FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

Concours

POUR UNE CHAIRE DE PHARMACIE ET DE CHIMIE ORGANIQUE.

THÈSE

SUR CETTE QUESTION :

QUEL EST L'ÉTAT ACTUEL DE LA CHIMIE ORGANIQUE

ET QUELS SECOURS A-T-ELLE REÇUS

DES RECHERCHES MICROSCOPIQUES?

PAR A. BAUDRIMONT.

> Amo Thaletem, amo Anaxagoram, Platonem, Aristotelem, Democritum, Epicurum, omnes illos principes sectarum philosophicarum, attamen hoc non facit ut vellem serviliter jurare in illorum verba, et pro veritate habere omnia illa quæ dixerunt, aut scripserunt...
>
> *Observationes de Viperis* F. Redi.

PARIS.

IMPRIMÉ CHEZ PAUL RENOUARD, RUE GARENCIÈRE, 5.

1838.

0 1 2 3 4 5 (cm)

JUGES DU CONCOURS.

PROFESSEURS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS : MM. ORFILA, *president*.
ADELON,
BOUILLAUD,
BROUSSAIS,
CLOQUET,
MARJOLIN,
PELLETAN,
RICHARD, *juges*.
FOUQUIER, *suppléant*.

MEMBRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE : MM. BOUTRON,
CAVENTOU,
MÉRAT,
ROBIQUET, *juges*.
DELENS, *suppléant*.

COMPÉTITEURS.

MM. BOUCHARDAT, BUSSY, J. DUMAS.

Par un réglement de la Faculté de médecine de Paris, les thèses sont tirées au sort, composées et remises imprimées, en dix jours.

THÈSE

sur cette question:

QUEL EST L'ÉTAT ACTUEL DE LA CHIMIE ORGANIQUE

ET QUELS SECOURS A-T-ELLE REÇUS

DES RECHERCHES MICROSCOPIQUES?

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

I.

Les divers besoins de l'homme l'ont conduit à faire subir une foule de modifications à des matières organiques. C'est ainsi qu'il a préparé le vin, la bière, le vinaigre, dont la découverte se perd dans la plus haute antiquité et qui, cependant, nous donnent encore aujourd'hui dans leur production, l'exemple de deux des phénomènes les plus remarquables que les chimistes aient soumis à leur investigation. Le pain qui a traversé les siècles sans modification, ne mérite pas moins toute notre attention. La découverte de la distillation, que l'on attribue à Arnaud de Villeneuve, qui vivait vers le commencement du XIV[e] siècle, a conduit à celle de l'alcool, à celle des huiles volatiles On connaissait des moyens précieux pour fixer

les couleurs dans les tissus; on savait les blanchir; on savait préparer des savons; conserver des peaux par divers moyens; on salait, on enfumait des viandes; on confectionnait une foule de médicamens, et aucune science n'avait présidé à tant de découvertes utiles; chaque art avait sa pratique, ses recettes particulières, son expérience qui lui servait de théorie. Ce n'est qu'à une époque très rapprochée de nous, que les chimistes rassemblèrent dans leurs ouvrages un nombre de faits assez considérable, relatifs aux produits des corps organisés, qui agrandirent considérablement le domaine de la chimie. Il serait difficile aujourd'hui, peut-être comme à toute autre époque, d'établir avec précision la création de la chimie organique; car, entre une science qui n'existe pas et une science constituée, il y a nécessairement une transition insensible. Van Helmont, Becker, ont décrit plusieurs opérations ayant pour base des produits organiques. Un des ouvrages les plus anciens où l'on ait réuni les principes de la chimie avec les faits connus, est celui de Crollius, la ***Royalle chymie***, publié en 1627, mais on n'y trouve que des préparations médicamenteuses. Après Crollius, on rencontre l'ouvrage qui a pour titre : les ***Elémens de chimie*** de M[e] Jean Beguin (1). Cet auteur définit la chimie : ***un art qui enseigne à dis-***

(1) J'en ai une édition de 1660; mais il y en a une qui a précédé 1650, puisque Arnaud en parle dès cette époque.

soudre les corps mixtes naturels, et à les coaguler étant dissous, pour faire des médicamens plus agréables, salubres et asseurés. Après Béguin, on trouve une *Introduction à la chymie ou à la vraye physiqve*, par Arnaud, publiée à Lyon en 1650. Ce chimiste dont le style est à-la-fois énergique et burlesque, ne s'occupe guère que des opérations de la science. Il s'étend d'une manière remarquable sur la distillation.

Dans le même temps, vivait N. Lefèvre, professeur du Muséum d'histoire naturelle de Paris, puis apothicaire ordinaire du roi d'Angleterre, qui publia un *Traité de la chymie*, dont la première édition parut vers 1662, et la troisième et dernière en 1674. Cet ouvrage est remarquable par les théories qui y sont émises, et par la multitude de préparations qu'il renferme. Mais partout on voit qu'il se proposait pour but d'arriver à confectionner des médicamens.

Lefèvre considère tous les corps organiques comme étant essentiellement composés de cinq principes : l'eau, l'esprit ou le mercure, le soufre ou l'huile, le sel et la terre. Ces principes pouvaient être désunis par la distillation : les trois premiers sont volatiles et les deux derniers sont fixes; on les sépare par l'eau qui dissout les sels, et laisse la terre sur laquelle elle est sans action.

Lefèvre examine sérieusement la question de savoir *si les cinq principes qui demeurent après la dissolution du mixte, sont naturels ou artificiels*, ou, en

d'autres termes, *s'ils ne sont pas plutôt des principes de désunion et de destruction, que des principes de mixtion et de composition*, et il arrive à cette conclusion qui peut nous paraître étrange, quoique aujourd'hui nous ayons encore des théories du même genre, que les principes existent tout formés dans les corps qui les produisent.

On trouve encore quelques ouvrages, tels qu'un *traicté chimique contenant les préparations, vsages, facultez et doses des plus célèbres et vsitez médicamens chimiques*, par G. Savvageon, publié en 1648. Cette brochure serait peut-être le plus ancien traité de chimie organique, si elle renfermait autre chose que des recettes pour préparer des médicamens. Savvageon y explique fort bien que la chimie ne s'étend pas seulement sur les minéraux et les métaux; mais aussi sur les végétaux et les animaux. On peut citer *l'abrégé de la théorie et des véritables principes de l'art appellé chymie, qui est la troisième partie ou colonne de la vraye médecine hermétique, etc.*, par J. Malbec de Tresfel (1671), qui donne quelques préparations telles que l'esprit de vin, le vinaigre distillé; et sans doute une foule d'autres ouvrages sans importance réelle, et qui sont oubliés sans que la science y ait perdu. Ce serait être injuste de passer sous silence le cours de chimie de N. Lemery, dont la dixième édition date de 1713. Cet ouvrage, qui traite des végétaux et des animaux, est écrit avec netteté et concision, et l'on y voit l'ori-

gine de l'emploi des dissolvans neutres, pour isoler certaines parties des corps organiques.

Mais c'est à Bœrrhave qu'il faut arriver pour trouver l'origine réelle de la chimie organique, au moins c'est dans ses élémens de chimie (1714-1733), que la partie qui traite des végétaux et des animaux est nettement séparée de celle qui traite des fossiles. Les propriétés physiques et chimiques des corps, y sont aussi décrites avec plus de netteté que dans les ouvrages qui ont précédé.

Bœrrhave s'occupe de fermentation, et en développe plusieurs points avec une précision remarquable. Peu de temps après, Bœrrhave (1740), Stahl, dans son *opusculum chymico-physico-medicum*, s'occupe aussi de la fermentation, qu'il considère d'une manière beaucoup plus générale qu'aujourd'hui, et il en donne une définition toute mécanique.

Après Stahl de nouveaux ordres de découvertes, en créant une nouvelle branche de la chimie, à laquelle on a donné le nom de pneumatique, ont permis de s'occuper d'autre chose qu'à décrire les corps et les soumettre à la distillation. On se livra à la physiologie végétale et à la physiologie animale. Priestley découvrit que les plantes pouvaient améliorer l'air (1771). Ingen Housz vit que ce phénomène avait lieu sous l'influence de la lumière (1779). Sennebier prouva qu'il était dû à la décomposition de l'acide carbonique (1782), et de Saussure apporta

dans ce genre de recherches, la précision qui caractérise ses travaux.

Schéele, dans le même temps que Priestley, découvrit l'acide urique, l'acide hydrocyanique, l'acide lactique, l'acide mucique, l'acide citrique, l'acide malique, l'acide gallique.

Depuis long-temps, la composition des corps organiques ne paraissait plus pouvoir être établie par de simples distillations. Dès 1700, Boulduc, en faisant un travail sur les purgatifs, avait employé des dissolvans pour en séparer les différentes parties. Les découvertes de Schéele sont venues confirmer depuis ses résultats; mais une révolution allait s'opérer dans la chimie générale, et la chimie organique devait en profiter. Lavoisier parut, il renversa la théorie du phlogistique, admit des corps simples, et chercha à déterminer la composition élémentaire de plusieurs corps d'origine organique bien définis, tels que le sucre et l'alcool. Mais il ne put trouver exactement le rapport de leurs élémens; c'était à MM. Gay-Lussac et Thenard qu'une pareille gloire était réservée : le 15 janvier 1810, ils présentèrent à l'Académie des Sciences, un mémoire contenant la description d'une ***Méthode pour déterminer la proportion des principes qui constituent les substances végétales et animales, et l'application de cette méthode à l'analyse d'un grand nombre de ces substances.*** Ils obtinrent par cette méthode la composition du sucre cristallisé, de la gomme arabique, de

l'amidon, du sucre de lait, du chêne, du hêtre, des acides mucique, oxalique, tartrique, citrique et acétique. Ils déterminèrent aussi la composition de la térébenthine, du copal, de la cire, de l'huile d'olive, et de quatre substances azotées qui sont la fibrine, l'albumine, le caséum et la gélatine. Ces analyses les conduisent à établir les trois lois suivantes : « 1re loi : *Une substance végétale est toujours acide, toutes les fois que dans cette substance l'oxigène est à l'hydrogène dans un rapport plus grand que dans l'eau;* 2e loi : *une substance végétale est toujours résineuse ou huileuse, ou alcoolique, etc., toutes les fois que, dans cette substance, l'oxigène est à l'hydrogène dans un rapport plus petit que dans l'eau;* 3e loi : *enfin, une substance végétale n'est ni acide, ni résineuse, et est analogue au sucre, à la gomme, à l'amidon, ou au sucre de lait, à la fibre ligneuse, toutes les fois que, dans cette substance, l'oxigène est à l'hydrogène dans le même rapport que dans l'eau.* — Ainsi, en supposant pour un instant, que l'hydrogène et l'oxigène soient à l'état d'eau dans les substances végétales, ce que nous sommes loin de regarder comme vrai.... etc. » (*Recherches physico-chimiques*, 1811). Depuis ce travail qui fait époque dans la science, on a cherché de nouveaux procédés pour analyser les substances organiques et la plupart de celles qui sont connues ont été examinées sous ce point de vue.

M. Gay-Lussac, à qui la chimie doit tant, avait

déjà trouvé, qu'il existait un rapport simple entre les volumes des gaz élémentaires, qui se combinent (1806-1814). Lorsqu'en 1816 il parvint à prendre la densité de la vapeur d'alcool et celle de la vapeur d'éther, en comparant ces densités avec les analyses de de Saussure, il obtint ce résultat remarquable : 1° Qu'un volume de vapeur d'alcool pouvait être considéré, comme formé par la réunion d'un volume de vapeur d'eau et d'un volume d'hydrogène bi-carboné. 2° Que la vapeur d'éther correspondait à celles d'un volume de vapeur d'eau et de deux volumes d'hydrogène bi-carboné.

Ces densités de vapeurs, en faisant marcher de front la physique et la chimie, confirmèrent la théorie de l'*éthérification* et rectifièrent les analyses de de Saussure, qui n'étaient point aussi exactes qu'on aurait pu le desirer. Mais cette observation, jointe aux lois déjà établies par MM. Gay-Lussac e tThenard, introduisirent dans la chimie, dite organique, un nouveau genre de spéculation, qui a été le germe des théories actuelles. En effet, la remarque de M. Gay-Lussac conduit à ceci : on peut à volonté ne pas considérer les corps composés, comme étant immédiatement formés de leurs élémens, mais bien de corps déjà eux-mêmes composés, ainsi que cela se remarque dans la théorie des sels de la chimie inorganique.

Le bleu de Prusse, découvert par Diebasch, en 1710, avait été examiné par un grand nombre de chimistes, et notamment par Schéele, qui en avait pu obtenir de l'acide hydrocyanique; mais il était

réservé à M. Gay-Lussac d'en éclaircir complètement l'histoire. Il a découvert que ce composé renfermait les élémens d'un corps gazeux qu'il a nommé *cyanogène*, composé qui se retrouvait en entier dans le prussiate de mercure (cyanure de mercure), dans l'acide prussique (acide cyanhydrique), et qui, *dans tous les cas, se comportait comme un corps simple.* Cette analogie est telle, que si l'on n'avait pu analyser le cyanogène, on l'aurait placé près du chlore, du brôme et de l'iode. Le cyanogène est le premier radical composé que l'on ait connu. C'est lui qui a ouvert la carrière des radicaux qui paraissent appelés à jouer un rôle remarquable dans la chimie, lorsqu'on les envisagera convenablement.

Les corps gras ont été examinés à la même époque par M. Braconnot et par M. Chevreul. Tous deux parvinrent à les diviser en d'autres corps gras dont l'un est généralement fluide et les autres solides. Mais M. Chevreûl seul poursuivit ce travail avec une persévérance et une dextérité qui feront l'admiration de toutes les époques. Il étudia la saponification, et vit que dans cette opération, les corps gras, sous l'influence des oxides métalliques, se dédoublaient en acides qui se combinaient avec ces oxides, et en un corps neutre, qui se trouvait séparé (*Recherches chimiques sur les corps gras,* 1823). Depuis ces laborieuses recherches, les corps gras ont été soumis à l'action de la chaleur, par M. Dupuy, MM. Bussy et Lecanu; à l'action des acides, par M. Chevreul lui-

même, par M. Caventou, par M. Boudet fils et par M. Frémy.

En 1816, Sertuerner démontra que la morphine que l'on avait extraite de l'opium depuis 1804, possédait des propriétés alcalines. Cette découverte remarquable a conduit à rechercher dans une foule de végétaux doués de propriétés énergiques, si l'on ne trouverait point de nouveaux corps analogues à cet alcali, et depuis cette époque, MM. Pelletier et Caventou, MM. Robiquet, Desfosses, Braudes, Geiger, Couerbe, etc., ont enrichi la science d'une foule de produits nouveaux et intéressans que l'on connaît actuellement sous le nom collectif de bases salifiables organiques, ou d'alcaloïdes.

On doit à Fourcroy d'avoir rassemblé toutes les connaissances chimiques de son époque, pour en former un vaste système. Dans cet ouvrage très remarquable sous plus d'un rapport, toutes les parties de la chimie, dite organique, y sont décrites dans un ordre qui ne laisse rien à desirer. Mais c'est dans sa philosophie chimique (1806) qu'il faut chercher la manière réelle dont il envisageait la science; car le style aphoristique qu'il a adopté la dévoile dans toute sa pureté. Voici ce qu'il dit dans ses généralités sur les composés végétaux :

« I. Les matières qui constituent le tissu des végétaux diffèrent des substances minérales, en ce qu'elles sont d'un ordre de composition plus compliqué, et que toutes étant très susceptibles de

décomposition ou d'analyse, aucune ne l'est de synthèse.

« II. Il n'y a que le tissu des végétaux vivans, il n'y a que les organes végétans, qui puissent former les matières qu'on en extrait, et aucun instrument de l'art ne peut imiter les compositions qui se font dans les machines organisées des plantes.

« III. Quoique ce soit avec quatre ou cinq substances naturelles : le calorique, la lumière, l'eau, l'air et le carbone hydrogéné, tiré de quelques débris de plantes consommées en terreau, que les végétaux forment tous les matériaux qui composent leur tissu, on trouve une variété extrême dans les propriétés de ces matériaux. On peut cependant les réduire à un certain nombre de chefs principaux, sous le nom de *matériaux immédiats des plantes*, parce qu'on les retire par des procédés simples, presque entièrement mécaniques, par une espèce d'analyse immédiate qui n'en altère pas la nature. »

Les matériaux immédiats admis par Fourcroy, sont : la sève. — Le muqueux. — Le sucre. — L'albumine végétale. — Les acides végétaux. — L'extractif. — Le tannin. — L'amidon. — Le glutineux. — La matière colorante. — L'huile fixe. — La cire végétale. — L'huile volatile. — Le camphre. — La résine. — La gomme-résine. — Le baume. — Le caoutchouc. — Le ligneux. — Le suber.

Fourcroy remarque que les matières animales diffèrent des matières végétales par plusieurs propriétés

qui dépendent essentiellement de la présence de l'azote et d'une plus grande quantité d'hydrogène. Ces propriétés sont :

« 1° La propriété de donner beaucoup d'ammoniaque, d'huile et des produits très fétides, par l'action du feu ;

« 2° Celle de laisser un charbon dense, difficile à brûler ;

« 3° Celle de se pourrir plus facilement, plus promptement, et en répandant une odeur beaucoup plus infecte ;

« 4° Celle de se convertir en graisse et en ammoniaque par la putréfaction lente dans des lieux humides ;

« 5° De donner beaucoup de gaz azote par l'acide nitrique, et de le changer par son action continue en acides prussique, oxalique, acétique, en ammoniaque, en graisse et en matière amère ;

« 6° De contribuer singulièrement à la formation de l'acide nitrique, à la fin de leur décomposition putride. »

En 1819, M. Berzelius publia en France son ***Essai sur la théorie des proportions chimiques,*** et lorsqu'il examina ***les modes probables de combinaison des atomes élémentaires,*** il trouva que les *lois* qui limitent les combinaisons des atomes élémentaires dans la nature organique, diffèrent beaucoup de celles qui sont relatives aux corps inorganiques. Ainsi, il admet comme principe fondamental de la formation

organique, *que les atomes composés du premier ordre contiennent au moins trois élémens (l'oxigène, l'hydrogène et le carbone), et que leurs atomes peuvent se combiner dans toutes les proportions, sans que l'un d'eux y joue nécessairement le rôle de l'unité.* Je ne cite point ces paroles de M. Berzélius, parce que l'on sait qu'elles ne conviennent plus aujourd'hui, mais bien parce qu'elles font époque dans la science. C'est peut-être là qu'il faut remonter pour trouver l'origine d'une chimie organique particulière, et différant essentiellement de la chimie minérale, tant par la nature des produits qu'elle considère, que par leur mode de formation.

En effet, avant la publication de cet ouvrage remarquable, personne n'avait dit : la chimie organique diffère essentiellement de la chimie minérale; car, avant les découvertes de Lavoisier, la chimie ne consistait qu'en méthodes qui étaient aussi bien applicables aux corps inorganiques qu'aux corps organisés. Quoique cette distinction ait été admise plus tard, il est on ne peut plus remarquable que la plupart des corps considérés comme organiques sont rentrés successivement dans la chimie inorganique, comme j'aurai occasion de le rappeler plus loin.

M. Chevreul ne s'est pas borné à l'étude des corps gras, on lui doit aussi une foule de travaux sur des matières colorantes. Mais je dois surtout signaler les considérations générales sur l'analyse organique, qu'il a publiées en 1823. Cet ouvrage se distingue par

une grande précision dans l'exposition des faits, et surtout par une analyse logique, qui n'a rien laissé passer, sans que ce fût examiné avec soin. On conçoit que les recherches délicates et difficiles, auxquelles il s'était livré, aient pu lui permettre d'écrire un tel ouvrage, et l'on doit lui être reconnaissant d'avoir fait profiter les chimistes de sa longue expérience.

Après un examen philosophique, des plus profonds, de plusieurs principes généraux des sciences, M. Chevreul étudie successivement les propriétés physique des corps, leurs propriétés chimiques, leurs propriétés organoleptiques, qui forment un groupe bien distinct et qu'il a le premier établi, puis il envisage les difficultés de l'analyse, qu'il distingue en immédiate, qui donne des produits composés, existant tout formés dans les corps organiques, et en élémentaire, qui remonte jusqu'aux élémens de la chimie. Je me plais entre autres indications remarquables, à citer la suivante, qui a reçu de si nombreuses applications depuis quelques années, quoiqu'on n'en ait observé qu'une partie : « Il n'y a pas de meilleure méthode pour savoir si l'analyse élémentaire d'un principe immédiat est exacte, que de soumettre à la même analyse les corps en lesquels ce principe a été transformé par l'action d'un acide ou d'un alcali, ou par tout autre moyen ; et de voir si les élémens de ces corps répondent en proportions et en quantités aux élémens du principe immédiat, d'où ils proviennent.

Depuis la publication de l'ouvrage de M. Chevreul, MM. Robiquet et Boutron-Charlard ont eu occasion d'observer deux faits bien curieux. Ils ont vu que les amandes amères et la semence de moutarde, donnaient des produits différens, selon qu'on les traitait d'abord, par l'eau ou par l'alcool. Ces deux faits bien étudiés, ont prouvé que des dissolvans que l'on considérait comme neutres, pouvaient cependant, dans certaines circonstances, donner lieu à des réactions qui faisaient naître des produits que les substances soumises à l'examen ne renfermaient pas, et que les analyses immédiates ne présentaient pas le degré de certitude, qu'on leur avait accordé jusqu'alors. (1)

En 1828, MM. Dumas et P. Boullay publièrent un mémoire assez étendu, sur les divers éthers et sur l'éthérification. (2) Dans ce mémoire, qui renferme quelques erreurs, qu'Hennell n'avait point commises dans un travail, publié antérieurement (3), on trouve le commencement d'une théorie, qui a vécu jusque dans ce dernier temps et qui avait pour caractère particulier, d'admettre que l'hydrogène bi-carboné jouait le rôle d'une base salifiable, dans une foule de combinaisons.

Dans la même année 1828 (4), M. Robiquet s'é-

(1) *Journ. de Ph.* t. XVII. p. 145 et 279.

(2) *Journ. de Ph.* t. XIV, p. 1 et 113, et *Ann. de Ch. et de Phys.* t. 36 p. 294, et t. 37, p. 41.

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.* t. 35, p. 154.

(4) *Journ. de Ph.* t. XIV, p. 323.

lève contre l'opinion de MM. Dumas et P. Boullay, et voici comment il termine ses observations : Ainsi, en dernière analyse, je pense qu'on ne peut considérer les éthers que comme des composés, dans lesquels les élémens ne sont point groupés deux à deux ou trois à trois, mais où ils interviennent chacun pour leur compte privé, et dont la réunion forme des composés neutres, qui ne sont comparables qu'à eux-mêmes.

Sur la fin de 1833, j'ai publiée une introduction à l'étude de la chimie, par la théorie atomique. Dans cet ouvrage, j'ai cherché à démontrer que la constitution de corps, telle qu'on l'admettait, en se fondant sur la nomenclature chimique, et surtout sur la théorie électro-chimique de M. Berzélius, ne permettait pas que l'on pût se rendre compte de la forme du corps, telle qu'elle était observée directement, et en appliquant ce point de vue à tous les corps susceptibles de cristalliser, j'ai été conduit à admettre, qu'il n'y avait et qu'il ne pouvait y avoir qu'une seule chimie et que, ce que l'on appelait chimie organique, n'était rien autre chose, que de la chimie générale, appliquée aux corps d'origine organique.

La théorie que j'avais adoptée et que je défendais, ne permettait point de croire que les corps composés, quel que fût l'ordre de leur composition, pussent être considérés comme étant formés de composés binaires ; elle attaquait donc dans ses fondemens les théories de M. Dumas. Aussi ne manqua-t-il pas

de me combattre, mais sans jamais me citer; car il aurait pu donner envie de lire cet ouvrage dans lequel j'ai dit positivement que tout ce qu'il annonçait s'effacerait bientôt de la science (1). On peut juger aujourd'hui lequel de nous avait raison, puisque M. Dumas a tout récemment adopté la théorie de l'éther de M. Liebig, contre laquelle il avait longtemps combattu (2); théorie qui n'est pas plus vraie que celle qu'il a abandonnée, et je puis encore annoncer aujourd'hui que ce n'est pas la dernière que M. Dumas adoptera. Quel chemin prendre quand on marche dans les ténèbres?

En 1834, M. Dumas a publié une suite d'observations générales sur la nature et la composition des matières organiques (3). Il décrit d'abord avec beaucoup de détails les procédés que l'on peut suivre pour en faire l'analyse élémentaire, et ensuite il cherche à déterminer le nombre d'atomes qu'elles renferment; pour cela, il fait remarquer que l'on peut avoir affaire à des acides, à des bases, à des corps volatils ou à des corps neutres et fixes. Il indique, comme MM. Gay-Lussac et Thenard, M. Berzelius et M. Liebig, l'avaient fait avant lui, de déterminer la capacité de saturation des acides et des bases pour trouver le nombre d'atomes qu'ils renferment, et il engage à prendre la densité des vapeurs des corps

(1) Voir p. 76-78.

(2) *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1838, p. 217

(3) *Journ. de Ph.* t. XX, p. 129, 185, 261.

volatils. Quant aux corps fixes et neutres, il fait remarquer qu'on peut les diviser en deux classes, 1° ceux qui proviennent par une réaction très simple d'un corps d'un poids atomique connu, ou se transforment par une action très simple aussi en substance d'un poids atomique connu; 2° ceux qui ne se rattachent par aucune réaction spéciale et nette, à une substance connue. En lisant ceci, il est impossible de ne point se livrer aux réflexions suivantes : tous les chimistes, les physiciens et M. Dumas lui-même, admettent (1834) que les densités de vapeurs sont proportionnelles aux poids moléculaires des corps volatils, et cependant, quand un corps est tout à-la-fois saturant et volatil, le poids trouvé par la capacité de saturation est toujours au multiple de celui qui est donné par la densité de vapeur? Ce que l'on admettait comme bon dans un cas, ne vaut donc plus rien dans l'autre? (1)

Après les considérations précédentes, M. Dumas établit des considérations générales sur la composition théorique des corps. Ce qui le conduit à exami-

(1) Ici se présentent deux observations, qui peuvent rendre compte de ce fait, et je pense être le premier qui les ai signalées : 1° Le poids moléculaire chimique des corps, déterminé par leur capacité de saturation, est un poids arbitraire, qui offre seulement un rapport simple avec le véritable poids moléculaire (*Mémoire sur les chaleurs spécifiques des corps composés*, présenté à l'Académie des sciences); 2° Les poids moléculaires des corps varient avec l'état sous lequel ils se trouvent; ainsi le poids moléculaire de l'eau liquide n'est pas le même que celui de sa vapeur (*Introduction à l'étude de la chimie par la théorie atomique*, 1833, p. 38.)

ner les objections de M. Robiquet, sur la constitution des éthers, et les miennes. Enfin, il établit la théorie des *acides*, celle des *éthers*, celle des *substitutions*, celle des *combinaisons benzoïques*, et celle des *corps pyrogénés*, que j'examinerai lorsque je traiterai des théories de la chimie organique. Il en sera de même pour la théorie de M. Persoz et pour celle de M. Laurent.

Jusqu'à présent, je n'ai cité qu'un petit nombre de chimistes, et je serais injuste de ne point y en ajouter d'autres si j'avais eu l'intention de faire une histoire complète de la chimie organique; mais je n'ai voulu seulement que marquer dans l'espace les différentes époques de cette chimie, qu'il était important de signaler.

Pendant que la chimie organique se perfectionnait par une foule de travaux et par l'invention de plusieurs méthodes, des observateurs attentifs faisaient une multitude de découvertes à l'aide du microscope. Hartsoeker est un des plus anciens micrographes; il observa les animalcules spermatiques, et admit qu'ils étaient les premiers germes des animaux *micographia* (1665). Après lui, on peut citer Hooke qui fit connaître les difficultés que l'on éprouve lorsque l'on veut se servir du microscope, et les erreurs que l'on peut commettre. Il enseigne en même temps le moyen de les éviter en prenant des précautions convenables pour éclairer les objets. Leuwenhoeck qui vécut de 1632 à 1723, publia ses

observations dans un ouvrage fort rare aujourd'hui, qui a pour titre *arcana naturæ ope microscoporium detecta.* Il ne se servait que de microscopes simples, dont il taillait lui-même les lentilles. Il observa les globules du sang, un grand nombre d'animalcules, l'enveloppe de la fécule, etc. Il ne faisait point usage de micromètre, et comparait le volume des corps à celui d'un grain de sable. Jurin qui fut secrétaire de la Société Royale de Londres, et dont les travaux sont consignés dans ses dissertations physico-mathématiques, faisait usage d'un moyen micrométrique qui était fort simple et très ingénieux : Il comparait directement les objets à un fil de métal très fin, et pour connaître le diamètre de celui-ci, il l'enroulait sur une aiguille et en mesurait un certain nombre de tours : il concluait de là l'épaisseur du fil par une simple division.

Joblot publia en 1728, la description et les usages de plusieurs nouveaux microscopes, tant simples que composés, avec de nouvelles observations faites sur une multitude inombrable *d'insectes et d'autres animaux qui naissent dans les liqueurs préparées et dans celles qui ne le sont pas.* Cet ouvrage contient beaucoup de planches qui représentent des animalcules. Needham, de la Société royale de Londres, qui travailla de concert avec Buffon, se servait d'un microscope composé à l'aide duquel il examina le calmar, le bernacle, le pollen des végétaux et plusieurs autres matières. Il vérifia une bonne partie

des faits découverts par Leuwenhoeck; ses nouvelles observations microscopiques ont été publiées à Paris en 1750. Spallanzani reprit les observations de Needhamm dans ses nouvelles recherches microscopiques, traduites par Needhamm même, et publiées en 1779. Il s'occupa spécialement de la génération des animalcules. Baker, en 1752, fit connaître les moyens que l'on peut employer pour se servir des microscopes. A côté de ces noms célèbres, on peut citer Ledermuller, Réaumur, Tremblay, Roësel, Bonnet, Wrisberg, Pallas, Murchausen, Goïze, Rofrède, Hermann, Fabricius, Hille, Muller, et une foule de micrographes qui s'occupent encore activement d'observer à l'aide du microscope; mais aucun de ces observateurs n'a mérité, au moins pour le sujet qui m'occupe, d'attirer l'attention comme M. Raspail. Jusqu'à lui, on n'avait fait qu'observer, mais il est le premier, je pense, qui ait tenté des réactions chimiques sur le porte-objet du microscope. Au moins c'est à lui que l'on doit d'avoir converti ce genre d'observation en une véritable méthode. Avant lui le microscope n'avait fait qu'indiquer des choses qui échappent à l'œil : les chimistes ont pu savoir que le caillot du sang renfermait les globules que l'on y voyait nager, que le beurre existait en suspension dans le lait, que certaines liqueurs, telles que le vinaigre, abandonnées à l'évaporation, donnaient des cristaux de formes variées et déterminées; mais par le nouveau mode d'expérimentation qu'il a indiqué,

il a pu corriger bien des erreurs et faire une foule de découvertes. Ainsi il a démontré que l'hordéine de Proust était une espèce de son impur, que le gluten était un organe tout entier, que la fécule était recouverte d'un tégument, etc.

Il résulte de l'examen historique des principales phases de la chimie organique, que cette partie de la science s'est constamment accrue et qu'elle est ainsi arrivée au point où nous la trouvons aujourd'hui. En remontant à son origine, autant que nous pouvons le faire maintenant, on voit qu'elle est aussi ancienne que la chimie elle-même, mais qu'elle n'est venue qu'après l'alchimie, qu'elle n'a d'abord été qu'un amas de recettes pharmaceutiques, et que c'est réellement à des pharmaciens et à des médecins que l'on doit son existence. Cela se conçoit au reste bien aisément, le besoin de créer des remèdes contre les maladies, a dû donner lieu à un si grand nombre de recherches, et ceux qui les faisaient devaient être, par leur éducation et par leur position sociale, plus à même que d'autres de les publier. Après la pharmacie, la chimie organique s'est introduite dans le domaine des arts. L'Académie des sciences avait chargé Dufay de s'occuper de la teinture, mais la mort l'a empêché de terminer son travail qui a été continué par Hellot, qui nous a laissé un ouvrage ayant pour titre : l'*Art de la teinture des laines et des étoffes en grand et petit teint* (Paris, 1750). Dufay avait

déjà observé que les matières tinctoriales ne pouvaient être fixées dans les tissus que lorsqu'elles avaient été imprégnées d'une liqueur que l'on nomme mordant. (1)

Plus tard le desir d'éclairer l'anatomie générale, la physiologie et la pathologie ont donné lieu à des recherches d'un nouvel ordre. Enfin, tant des faits rassemblés firent naître de nouvelles idées, en même temps qu'ils firent connaître les lacunes qu'il fallait remplir. On observa des généralités, on chercha des lois, des théories; enfin la partie de la chimie qui s'occupe des êtres organiques a pu marcher par elle-même et fut constituée science.

II.

Aujourd'hui, la chimie organique est trop vaste et ses théories sont trop restreintes, pour qu'il soit possible de l'envisager dans son ensemble. Les divers corps qu'elle étudie forment des groupes bien ou mal déterminés, et ce sont ces groupes que je me propose de passer en revue, en ne m'attachant qu'à indiquer le point où l'on est parvenu. L'histoire du passé permettra de juger de l'état actuel de la chimie organique.

Après l'examen des groupes, viendra celui des tissus, des fluides, qui contiennent des parties organi-

(1) *Hist. de l'Acad. des sciences*, années 1737, p. 58, et 1740, p. 59.

sées, de l'analyse organique, des lois, des théories, des classifications. J'agiterai la question de savoir, s'il existe réellement une chimie organique, et enfin, je tâcherai autant qu'on peut le prévoir aujourd'hui, de rechercher quel est l'avenir de cette science.

Les groupes suivans seront soumis à l'examen :

Sucres.	Matières neutres immédiates.	Détermination.
Alcools et éthers.	Matières neutres proprement dites.	Analyse.
Corps gras.	Matières colorantes.	Lois.
Acides.	Tissus organiques.	Théories.
Alcaloïdes.	Fluides organiques.	Classification.
Composés à radical de cyanogène.		Applications.
		Conclusions.

Des Sucres.

Les chimistes s'accordent généralement aujourd'hui pour donner le nom de sucre aux substances qui peuvent se transformer en alcool et en acide carbonique, sous l'influence de la levûre de bière. On connaît cinq espèces de sucres : le sucre cristallisable, le sucre mammelonné, deux sucres liquides et le sucre de lait.

Tous ces sucres ont cela de commun, que leur composition peut être représentée par du carbone, plus de l'oxigène et de l'hydrogène dans les proportions qui constituent l'eau; mais cette eau n'est pas toujours en même quantité: ainsi, on a pour une proportion constante de carbone que j'appelle N :

	Eau.	
Sucre de canne cristallisé.	11	N. (1)
Sucre liquide incristallisable.	12	
Sucre de lait cristallisé.		
Sucre mamelonné, quelle que soit son origine.	14	
Sucre liquide de raisin.	inconnue.	

Le sucre cristallisable que l'on trouve dans la canne à sucre, le maïs, le sorgho, la betterave, l'érable, etc., peut être obtenu en cristaux volumineux qui appartiennent à un système prismatique oblique à deux axes rectangulaires. Il polarise la lumière en faisant naître un système d'anneaux traversé par une bande noire inégale de largeur. Sa dissolution agit sur un rayon de lumière polarisé et le dévie vers la droite de l'observateur.

En se fondant sur l'analyse de MM. Gay-Lussac et Thenard, sur les expériences de M. Berzelius, et sur la manière dont le sucre cristallisable se comporte dans la fermentation vineuse, on avait déduit sa formule du poids de sa *molécule chimique*. Cette formule était $C^{12} H^{22} O^{11}$. M. Berzelius avait trouvé qu'en combinant le sucre à l'oxide de plomb, on obtenait $C^{12} H^{20} O^{10}$, $2 PbO$. Dans ce cas, une molécule d'eau se trouvait remplacée par deux molécules d'oxide, et ce savant avait considéré le saccharate de plomb comme étant bi-basique. Je suis bien loin de penser qu'un poids déterminé par la capacité de saturation, soit

(1) Il est important de remarquer que je ne veux ici qu'établir une relation dans la composition des sucres, et que je suis loin de croire qu'aucun d'eux contienne de l'eau toute formée.

réellement le poids moléculaire d'une substance, mais je regarde le raisonnement de M Berzelius comme étant bien fondé dans les théories déduites de l'expérience; car presque tous les acides contiennent une molécule d'eau qui se trouve remplacée par une molécule de base dans les sels neutres, et par deux molécules dans les sels bi-basiques. Cependant, M. Péligot, dans un travail tout récent, a cru devoir doubler le poids moléculaire du sucre, parce qu'il forme un composé avec le chlorure de sodium, qui renferme deux molécules de sucre de Berzelius pour une de ce sel; cette opinion le conduit pourtant à être forcé d'admettre des saccharates quadri-basiques. Sur quelle base M. Péligot peut-il donc s'appuyer pour arriver à de pareilles conséquences? Où a-t-il donc puisé des exemples du même genre? M. Péligot va plus loin, il retranche une molécule d'eau de la molécule de sucre, parce qu'en chauffant le saccharate de plomb à 160°, il perd un poids d'eau correspondant à celui de cette molécule; mais il serait possible qu'il en perdît davantage en le chauffant à une température plus élevée, et où cela nous conduirait-il? à conclure que du sucre est du charbon. Mais sans aller si loin, pourquoi le caramel ne serait-il pas le radical du sucre, puisqu'en chauffant ce corps à 210°, comme le dit fort bien lui-même, M. Péligot, le sucre se transforme simplement en eau et en caramel? (1)

(1) Comptes-rendus de l'Académie des sciences, 1838, p. 236.

M. Dumas (1) a publié tout récemment des considérations sur la véritable constitution du sucre de canne, et je n'y ai pu rien trouver qui indiquât cette véritable constitution, seulement, j'ai vu qu'il avait renoncé à considérer ce sucre comme étant du bi-carbonate d'éther, opinion que personne n'avait adoptée, tant elle était dénuée de vraisemblance; car pour voir du bi-carbonate d'éther dans le sucre, il faut en retrancher $H^2 O$, et il ne reste plus que $C^{12} H^{20} O^{10}$ qui n'est pas du sucre. On ne peut pas dire ici que l'on peut négliger $H^2 O$, comme on l'a fait si long-temps, et comme on le fait très souvent encore, en le considérant *comme de l'eau de cristallisation*; car $H^2 O$ fait fonction de base, comme l'oxide de plomb, et si on le retranche, ce qui restera ressemblera autant au sucre, que l'acide sulfurique au sulfate de potasse. Que M. Dumas ne s'étonne donc point que ses remarques n'aient jamais été faites par d'autres; car consciencieusement, ils eussent mal employé leur temps..... Je conclus donc avec M. Dumas, que la véritable constitution du sucre de canne n'est pas connue, mais je pense qu'en attendant que la physique ait prononcé on peut se contenter des résultats de M. Berzélius.

Le *Sucre mamelonné* existe dans le raisin sec, dans le miel, dans les urines des diabétiques. On le produit artificiellement en traitant l'amidon, le li-

(1) Comptes-rendus de l'Académie des sciences, 1838, p. 117.

gueux, le sucre de canne, la gomme, par l'acide sulfurique. Ce sucre n'a point encore pu être obtenu en cristaux déterminables, à moins que l'observation de M. Kirchoff ne soit exacte; mais dans ce cas il pourrait bien encore se faire que les cristaux observés par ce chimiste, fussent des cristaux de sucre entièrement semblable à celui de la canne (1). Lorsque le sucre mamelonné se prend en masse par la cristallisation, son volume augmente tellement, qu'il rompt tous les vaisseaux dans lesquels on le renferme. Sa dissolution dévie le plan de polarisation de la lumière vers la droite.

On admettait généralement que $C^{12} H^{28} O^{14}$ représentait la composition du sucre mamelonné. M. Péligot a trouvé qu'il formait avec le chlorure de sodium, l'oxide de plomb et la baryte, les composés suivans : $C^{24} H^{52} O^{26}, Cl^{2} Na, 5 H^{2} O$; $C^{24} H^{42} O^{21}, 6 Pb O$; et $C^{24} H^{56} O^{28}, 3 Ba O$. Il déduit de là pour formule du sucre mamelonné : $C^{24} H^{56} O^{21}, 7 H^{2} O$.... Le sucre desséché à 100° serait. $C^{24} H^{42} O^{21}, 3 H^{2} O$.

Je suis bien loin de penser que l'on puisse corriger des résultats obtenus expérimentalement, en se fondant sur une théorie qui peut être fausse; mais en voyant le travail de M. Péligot, on ne peut s'empêcher de songer que s'il y avait une erreur dans la composition du sucre mamelonné, erreur qui serait peu considérable et qui paraît possible, on aurait les formules suivantes :

(1) J. de Ch. de Schweigger, t. XIV, p. 385.

$C^{24}\ H^{42}\ O^{21}$	$6\ H^2O$	Sucre mamelonné.
	$6\ PbO$	Sel de plomb.
	$Cl^2\ Na,\ 5\ H^2O$	Composé à base de chlorure de sodium.
	$Cl^2\ Na\ \ 2\ H^2O$	Le même, desséché à + 130°.
	$3\ H^2O$	Sucre mamelonné, desséché à + 100°.

On verrait ainsi dans les trois premières formules, la représentation d'une même molécule, dans laquelle plusieurs corps équivalens se seraient substitués les uns aux autres. Les deux dernières formules représenteraient une autre molécule dérivée de la première par la soustraction des trois molécules équivalentes à celle de l'eau. Toutes ces formules sont divisibles par trois, et l'on serait ainsi conduit à admettre que la formule chimique du sucre mamelonné, est $\frac{C^{24}\ H^{54}\ O^{27}}{3}$ ou $C^8\ H^{18}\ O^9$, que l'on pourrait représenter ainsi, pour la mettre en harmonie avec celle des acides d'origine organique : $C^8\ H^{14}\ O^7,\ 2\ H^2\ O$.

Les deux sucres liquides diffèrent en ce que l'un d'eux est incristallisable, et l'autre peut facilement cristalliser en se transformant en sucre mamelonné.

Le sucre liquide incristallissable a été signalé pour la première fois par M. Dubrunfaut (1) qui a vu qu'en mettant une dissolution de sucre cristallisable en contact avec de la levure de bière pendant quelques minutes à une température de 15 à 20°, il perdait complètement la propriété de cristalliser. Ce sucre se produit encore par l'action de la chaleur et peut-être par celle de l'acide sulfuri-

(1) Mémoire de la Société d'agriculture de Paris.

que dilué sur le sucre de canne: je dis peut-être, car il se pourrait bien que dans ce dernier cas, ce fût le sucre suivant qui prît naissance.

M. Biot a vu que le sucre liquide incristallisable, jouit de la propriété de dévier le plan de polarisation de la lumière, vers la gauche.

Ce sucre étant bien évidemment celui qui se transforme en alcool et en acide carbonique dans l'acte de la fermentation, j'ai cru très important d'en déterminer la composition, et voici comment je m'y suis pris.

J'ai soumis du sucre de canne très pur à l'action de la levure, puis j'ai filtré la liqueur dans une capsule tarée; ensuite je l'ai desséché dans le vide pendant plusieurs mois. Il est resté ainsi une masse blanche, opaque, qui attirait puissamment l'humidité de l'air. Je la pesais de temps en temps, et lorsque le poids n'a plus changé dans l'espace de quinze jours, j'ai trouvé que 15 grammes de sucre avaient retenu $1^{g},295$ d'eau, dont il fallait retrancher 0,037 d'extrait de levure; il en restait donc 1,258... Si 15 est le poids moléculaire du sucre, 0,7827 est celui de l'eau, et 1,258 le dépasse de beaucoup; cependant, comme il ne le dépasse pas du double, comme le sucre liquide est si hygrométrique, qu'on ne peut le peser sans qu'il absorbe de l'eau; comme il est, du reste, fort difficile à dessécher, je pense que l'on peut en représenter la composition par celle d'une molécule de sucre + celle d'une molécule d'eau, ou $C^{12} H^{24} O^{12}$, ou toute autre formule équivalente.

Cette formule explique facilement la transformation de ce sucre en alcool et en acide carbonique : $C^{12} H^{24} O^{12} = 4 (CO^2 + H^6 C^2 O)$.

Le sucre liquide cristallisable existe dans le raisin et dans une foule de fruits sucrés ; il jouit de la propriété de dévier le plan de polarisation de la lumière vers la gauche, comme le précédent ; mais il peut cristalliser lorsqu'on évapore l'eau qui le tient en dissolution ; alors il est transformé en sucre mamelonné qui redissous dans l'eau, dévie le plan de polarisation de la lumière vers la droite. Ce sucre a été peu étudié ; on en doit la découverte, et même tout ce que l'on en sait, à M. Biot.

Le *sucre de lait* ou la *lactine* cristallise facilement. Plusieurs chimistes ont analysé le sucre de lait cristallisé et desséché à 100°. La composition qu'ils ont trouvée conduit à cette formule CH^2O. Lorsque l'on fond ce sucre, ou lorsqu'on le sature par l'oxide de plomb, il perd 12 p. 100 d'eau, sans subir de décomposition, ou une quantité qui contient le cinquième de l'oxigène du sucre cristallisé. Cette observation conduit à la formule chimique : $C^8 H^8 O^4, H^2 O$. La propriété fermentescible du sucre de lait a été long-temps révoquée en doute, quoique l'on sache bien que le lait de jument donne, par la fermentation, de l'alcool et de l'acide carbonique, qui sont dus à ses propres élémens. Lorsque l'on met sa dissolution en contact avec de la levure, il ne fermente pas, et cependant il fermente dans le

lait. Cela paraît aujourd'hui facile à expliquer, au moins jusqu'à un certain point. Oseretskowsky a publié une dissertation sur l'esprit ardent distillé du lait de vache (1). Ses expériences ne peuvent laisser douter qu'il en ait obtenu de l'alcool. Il fait la remarque, comme on le savait toutefois, que la liqueur devient très acide pendant cette fermentation; or, on sait que la lactine peut être transformée en sucre mamelonné sous l'influence des acides, on sait également que l'acide qui se forme dans le lait est de l'acide lactique; ne se pourrait-il pas que cet acide transformât la lactine en sucre de raisin, et que ce fût ce dernier sucre qui donnât définitivement de l'alcool sous l'influence de la matière caséeuse qui servirait de ferment? Ainsi, le sucre de lait isomère avec l'acide lactique, en formerait d'abord une partie qui réagirait sur le reste pour le saccharifier. Dans ce cas, il est bien évident que la proportion d'alcool doit être bien inférieure à celle que donnerait la lactine si elle fermentait directement.

Si l'explication précédente est bien fondée, il est évident que la lactine n'est point fermentescible.

Il résulte de l'examen rapide auquel je viens de me livrer, que les sucres ne forment point un groupe bien tranché, quoiqu'il soit fondé sur une définition précise. En effet, ce n'est pas le sucre de canne qui fermente lui-même, puisqu'il subit une modification avant de donner de l'alcool et de l'acide car-

(1) Observations sur la physique, sur l'hist. nat., etc., t. XIII. 39.

bonique, et le sucre de lait se trouve aussi, comme bien d'autres substances, dans le cas de fermenter lorsqu'il a subi une transformation du même genre que le sucre de canne.

On peut aussi juger facilement que les diverses formules des sucres sont loin d'être déterminées d'une manière convenable, même en n'allant pas au-delà de ce que l'on peut attendre de la chimie.

Les sucres sont des corps d'une très grande importance, soit qu'on les emploie directement, soit que l'on fasse usage de leurs produits. Le sucre cristallisable, que l'on extrait encore de la canne, qui a été trouvé par Margraff dans la betterave, d'où on le tire maintenant, sera peut-être un jour produit par la transformation de matières d'un prix moins élevé. C'est là un des résultats que la chimie semble nous promettre, mais à une époque que l'on ne saurait fixer; car, quand on cherche une chose entièrement neuve, on ne sait comment diriger les expériences. M. Raspail a démontré un fait des plus curieux, relatif à la position que le sucre occupe dans la betterave : il a fait voir qu'il se trouvait dans des vaisseaux qui la traversent longitudinalement, tandis que l'albumine, au contraire, existe renfermée dans des cellules bien distinctes, qui ne commuuiquent point entre elles. Cette observation a déjà conduit à l'explication de plusieurs phénomènes que l'on avait observés dans les fabriques de sucre indigène et dont on avait vainement cherché à se rendre compte par des théories chimiques.

On produit tous les jours des quantités considérables de sucre mamelonné que l'on emploie en sirop et que l'on soumet à la fermentation pour obtenir de l'alcool.

Des alcools et des éthers.

L'alcool ordinaire est un des produits de la fermentation, que l'on obtient par la distillation. Comme il est connu depuis près de six siècles, et qu'il est très employé, soit dans l'économie domestique, soit dans les arts, il a dû donner lieu à un grand nombre d'observations. Aussi est-il peu de composés d'origine organique qui aient été étudiés avec autant de soin. Je me bornerai donc à l'envisager sous le point de vue de sa constitution. L'alcool est composé de telle manière que l'on peut le représenter par $C^2 H^6 O$, ou $C^4 H^{12} O^2$.

Il y a environ un siècle que l'on a donné le nom d'éther à un liquide très fluide, peu dense, très volatil et facilement inflammable. Cet éther était le produit de l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool. Depuis cette découverte, on a cru devoir donner le même nom à une foule de composés qui sont produits par l'action réciproque des acides et des alcools, et l'on a été ainsi conduit à trouver des éthers très denses et même solides, quoique le premier de ces corps qui ait été connu, n'ait reçu ce

nom qu'à cause de ses propriétés physiques. L'éther, d'abord appelé ***sulfurique*** parce que l'acide de ce nom sert à le préparer, a été nommé ***hydratique*** par M. Chevreul, et enfin, ***hydrique*** par M. Thenard, parce qu'il peut être préparé au moyen de plusieurs acides, et qu'il n'en retient pas les élémens parmi les siens. Sa composition peut être représentée par $C^4\ H^{10}\ O$.

Indépendamment des corps précédens, on connaît aussi des éthers qui retiennent les élémens des acides qui ont servi à les préparer. La composition générale de ces éthers peut être représentée par un acide A, plus, les élémens de l'éther hydratique, ou A, $H^{10}\ C^4\ O$. Tels sont les éthers nitreux, acétique, benzoïque, etc. D'autres éthers retiennent bien les élémens de l'acide, mais ils ne sont unis qu'à du carbure d'hydrogène, de telle sorte que leur formule générale peut être représentée par A, $H^8\ C^4$, tels sont les éthers à hydracides. Il est encore d'autres éthers qui sont produits par la réunion d'un élément chimique en diverses proportions, et du même carbure d'hydrogène, leur formule est R^{∞}, $H^8\ C^4$.

Il est encore des espèces d'éthers qui contiennent un acide et de l'alcool; mais ce dernier fait a été contesté; on pense généralement qu'au lieu d'alcool, c'est de l'éther. Cependant, comme ils renferment assez d'eau pour convertir cet éther en alcool, on peut admettre les formules suivantes pour les éthers.

A^2, $C^4H^{12}O^2$ = acide + alcool. (Acides viniques.)
A, $C^4H^{10}O$ = acide + éther hydrique.
A C^4H^8 = acide + bi-carbure d'hydrogène.
R⌒ C^4H^8 = radical + bi-carbure d'hydrogène.

L'alcool donnant naissance à tous ces produits, on voit qu'il devient successivement éther et bi-carbure d'hydrogène en perdant d'abord H^2O, puis 2 H^2O.

J'ai déjà indiqué la belle observation qui avait conduit M. Gay-Lussac à démontrer qu'on pouvait considérer l'alcool et l'éther comme étant formés de bi-carbure d'hydrogène et d'eau. Ce point de vue n'est point demeuré stérile; il a été adopté par MM. Dumas et P. Boulay. M. Dumas s'en est servi pendant long-temps pour expliquer la théorie de l'éthérification et pour représenter la constitution des éthers. Ainsi, selon lui, l'alcool et les éthers pouvaient être représentés ainsi :

C^4H^8, 2 H^2O Alcool.
C^4H^8, H^2O Ether hydrique.
C^4H^8, 2 (H^2O), A^2 Acides viniques.
C^4H^8, H^2O, A Ethers à oxacides.
C^4H^8, H^2O, A^2 Acides éthériques.
C^4H^8, H^2R^2 Ethers à hydracides.
C^4H^8, R⌒ Composés éthérés.

MM. Dumas et P. Boulay avaient surtout cherché à établir une analogie qui leur paraissait évidente, entre le bi-carbure d'hydrogène et l'ammoniaque. C'était sur cette analogie qu'ils se fondaient principalement pour étayer leur théorie. Le bi-carbure d'hydrogène se comporte effectivement dans la plupart des cas, de même que l'ammoniaque; ainsi,

tous deux s'unissent à l'état anhydre avec les hydracides, tous deux prennent une molécule d'eau en s'unissant aux acides oxigénés; tous deux forment des sels doubles contenant deux molécules d'acide et deux molécules de base.

M. Thenard a émis l'opinion que la liqueur des Hollandais pourrait bien ne point être un chlorure de bi-carbure d'hydrogène, mais un hydrochlorate d'un autre carbure plus carburé, par exemple, que C^2H^4,Cl^2 serait C^2H^2,Cl^2H^2 (1). Cette observation rapprocherait, jusqu'à un certain point toutefois, ce composé des amides, et viendrait encore augmenter les probabilités de la relation.

M. Berzélius, dans son Annuaire de 1834, a émis l'opinion que l'éther pourrait être considéré comme l'oxide d'un radical C^2H^5, et l'alcool comme l'oxide d'un autre radical C^2H^6. M. Liebig a combattu cette opinion : il admet bien le même radical que M. Berzélius pour l'éther, mais il pense que l'alcool n'est qu'un hydrate de l'oxide de ce radical qu'il nomme éthyle. Ce radical serait C^4H^{10}, et les composés auxquels il donne naissance auraient les formules suivantes :

C^4H^{10}	Ethyle.
$C^4H^{10}O$	Oxide d'éthyle. (Ether hydrique.)
$C^4H^{10}O, H^2O$	Hydrate d'oxide d'éthyle. (Alcool.)
$C^4H^{10}O, A$	Ethers à oxacides.
$C^4H^{10}O, A^2,$	Acides éthériques.
$C^4H^{10}O, H^2O, A^2$	Acides viniques.
$C^4H^{10}, R^2,$	Ethers à hydracides.
$(C^4H^8 Cl^2)$	Serait l'éther protochloré (Despretz), équivalent de l'éthyle.
$(C^4H^8 Cl^2) Cl^2$	Serait la liqueur des Hollandais, équivalente de l'oxide d'éthyle.

(1) Traité de chimie, t. I, p. 80, et t. IV, p. 412.

M. Liebig se fonde principalement sur l'analogie qui existe entre l'éther et les bases salifiables, qui sont le plus souvent des oxides métalliques, et l'on voit dans les formules précédentes, excepté dans les deux dernières, que l'éthyle joue réellement le même rôle qu'un de ces corps.

En comparant la théorie de MM. Dumas et P. Boulay avec celle de M. Liebig, on voit que la permière offre une analogie très étendue avec les composés ammoniacaux, et que la seconde offre la même analogie vis-à-vis des oxides métalliques. La composition des sels ammoniacaux n'offre rien de douteux, celle des sels métalliques est dans le même cas. La seule chose peut-être que l'on puisse dire à l'avantage de M. Liebig, c'est que la théorie de l'ammoniaque elle-même, changée en celle de l'ammonium, ressemble parfaitement à celle qu'il a proposée pour les éthers, et que par cela même toutes ces théories n'en font qu'une. Etait-ce bien là une raison pour que M. Dumas abandonnât la sienne? Je ne le pense pas, car elle avait même pour elle encore une analogie qui vient d'être trouvée par M. Regnault en analysant les sels à bases d'alcaloïdes : il a vu que ces sels prenaient toujours une molécule d'eau lors de leur production, tout comme le bi-carbure d'hydrogène le ferait en concourant à la formation d'un éther à oxacide. Je ne dis point cela pour soutenir que la théorie de M. Dumas est vraie et que celle de M. Liebig est fausse ; car je ne les admets ni l'une ni l'autre.

Comme nous ne savons rien sur la constitution intime du corps, et que les faibles inductions que nous pouvons tirer nous conduisent à ne pas admettre des composés qui en renferment d'autres tout formés, il est bien plus simple et plus avantageux d'adopter des formules que M. Dumas avait d'abord décorées du nom d'empiriques et ensuite du nom de brutes, qui ne peignent pas des erreurs qui satisfont notre ignorance et notre vanité pendant quelque temps et que nous sommes obligés de rejeter ensuite. On viendra me dire ces formules sont stériles, elles ne peignent rien à l'imagination. Je comprends facilement ces objections ; mais je ne crois pas ces formules plus stériles que d'autres ; car qu'importe la théorie de M. Dumas pour voir que l'alcool et l'éther diffèrent dans leur composition pas plus ou moins d'eau, plus ou moins de bi-carbure d'hydrogène ? On est tout aussi en droit de dire que l'éther est de l'alcool moins de l'eau, que de dire que l'éther est de l'alcool plus du bi-carbure d'hydrogène. Et j'ajouterai qu'il vaut mieux ne rien peindre que de représenter des choses si futiles, qu'il soit facile de s'en passer, ou même de véritables erreurs.

J'ajouterai ici que les faits curieux, découverts par M. Malaguti, en traitant les éthers par le chlore, sont tantôt contraires ou favorables aux deux théories que je viens d'exposer. Ce qui démontre évidemment que l'on peut les abandonner sans danger, pour la science. En effet, il a vu que l'éther $C^4H^{10}O$, ou tout autre

éther à oxacide, traité par le chlore donnait un composé équivalent, $C^4H^6Cl^4O$, qui, étant traité par la potasse, donnait du chlorure de calcium et de l'acétate de potasse, ainsi qu'on le voit dans l'équation suivante: $C^4H^6Cl^4O, + 3KO = C^4H^6O^3, KO + 2Cl^2K$, d'où l'on peut conclure évidemment que l'eau d'hydratation de l'éther faisait réellement partie de la molécule d'éther; car si l'on veut que $C^4H^6Cl^4O$ soit $C^4H^4Cl^4, H^2O$. On est toujours forcé d'admettre que H^2O reste dans la constitution de l'acide acétique. D'une autre par, M. Malaguti a observé, que l'oxalate de méthylène chloruré (1), mis en contact avec l'eau, se transformait en acide oxalique, en oxide de carbone et en acide chlorhydrique, ainsi que cela est indiqué par cette égalité : $\overline{O}, C^2\overline{H^2Cl^4}O + 2H^2O = \overline{O}, H^2O + 2CO + 4HCl$. On voit donc ici qu'une partie des élémens du radical méthyle s'unit à l'acide oxalique, tandis que le reste concourt à la formation de l'oxide de carbone et de l'acide chlorhydrique.

Que l'on ne pense pas que je cite ces faits remarquables, avec la conviction qu'ils renversent les deux théories des éthers; dans ma manière de voir ils ne prouvent absolument rien qui ressemble à cela; mais dans l'opinion de ceux qui pensent trouver la constitution des corps par des réactions chimiques qui les détruisent toujours, ils doivent avoir un tout autre poids. Ils ont au moins une valeur égale à celle des

(1) Oxalaté de méthylène traité par le chlore, comme les éthers précédens.

faits qu'ils allèguent en faveur de leurs théories, et c'est là seulement ce que j'ai voulu démontrer.

En traitant le blanc de baleine par les alcalis, M. Chevreul a isolé un corps neutre, solide, auquel il a donné le nom d'éthal, parce que sa composition, présente de l'analogie avec celles de l'éther et de l'alcool. En effet, ses élémens sont en telle proportion qu'on peut les représenter par du bi-carbure d'hydrogène et de l'eau ou par $C^{16}H^{34}O = C^{16}H^{32}, H^2O$.

MM. Dumas et Péligot ont pu séparer l'eau de ce composé en le traitant par l'acide phosphorique anhydre, et ils ont obtenu le bi-carbure d'hydrogène $C^{16}H^{32}$ à l'état liquide. Sa densité de vapeur correspond à C^8H^{16} et son poids moléculaire chimique, à $C^{32}H^{64}$. Dans ce cas, l'éthal peut être représenté par $C^{32}H^{64}, H^2O$, formule qui correspond plutôt à celle de l'alcool qu'à celle de l'éther.

MM. Dumas et Peligot ont soumis l'esprit de bois à un travail très étendu et ont reconnu que ce corps a une composition qui présente la plus grande analogie avec celle de l'alcool. Sa composition peut être représentée par $C^2H^8O^2$. Lorsqu'on le traite par l'acide sulfurique, il donne un composé gazeux qu'ils considèrent comme un éther et qui a la composition de l'alcool C^2H^6O. Ils ont considéré ces corps comme des hydrates d'un bi-carbure d'hydrogène gazeux, une fois moins dense que celui qu'ils supposent donner naissance à l'alcool et à l'éther; bi-carbure qu'ils ont appelé méthylène.

Tout ce qui a été dit précédemment sur les théories de l'éther est applicable aux composés de l'éthal et de l'esprit de bois.

M. Pelouze, en examinant l'action que l'acide sulfurique exerce sur la glycérine a trouvé que ce corps se comportait aussi comme l'alcool. Sa formule est : $C^6H^{16}O^6$. La sulfoglycérate de chaux serait 2 (SO^3), Ca O, $C^6H^{14}O^5$.

On pourrait à cette série de corps en joindre encore quelques autres qui se comportent d'une manière analogue avec les acides.

On verra dans le tableau suivant les principales combinaisons éthérées, rapprochées les unes des autres :

	Théorie de M. Dumas.	*Théorie de M. Liebig.*	*Formule brute.*	
1	C^2H^4	C^4H^6		Radical de l'esprit de bois.
	C^2H^4,H^2O	C^2H^6,O	C^2H^6O	Ether ligneux.
	$C^2H^4,2(H^2O)$	C^2H^6,O,H^2O	$C^2H^8O^2$	Esprit ligneux.
	C^2H^4,Cl^2H^2	C^2H^6,Cl^2	$C^2H^6Cl^2$	Chlorhydrate d'éther ligneux.
	C^2H^4,H^2O,A	C^2H^6,O,A	C^2H^6OA	Ethers à oxacides d'esprit ligneux.
2	C^4H^8	C^4H^{10}		Radical de l'éther ordinaire.
	C^4H^8,H^2O	C^4H^{10},O	$C^4H^{10}O$	Ether ordinaire.
	$C^4H^8, 2(H^2O)$	C^4H^{10},O,H^2O	$C^4H^{12}O^2$	Alcool.
	C^4H^8, Cl^2H^2	C^4H^{10},Cl^2	$C^4H^{10}Cl^2$	Ether chlorhydrique.
3	$C^{32}H^{64}$	$C^{32}H^{66}$		Radical de l'éthal.
	$C^{32}H^{64}, 2(H^2O)$	$C^{32}H^{66},O,H^2O$	$C^{32}H^{68}O^2$	Ethal.
	$C^{32}H^{68},Cl^2H^2$	$C^{32}H^{66},Cl^2$	$C^{32}H^{66}Cl^2$	Ether chlorhydrique de l'éthal.

Les éthers forment un groupe peut-être encore moins bien défini que celui des sucres. En effet, ils

renferment des corps qui diffèrent beaucoup les uns des autres. Les analogies chimiques permettent de rapprocher l'alcool, l'éther hydrique, l'esprit de bois, l'éther d'esprit de bois, l'éthal, leurs éthers hydrochloroïdiques, (que l'on me passe cette expression). La glycérine, les éthers à oxacides, les acides éthériques ou viniques s'en éloignent déjà beaucoup. Ces derniers passent dans la classe des sels. Dans tout ceci on voit que l'on est considérablement éloigné de la signification primitive du mot *éther*, et que s'il arrive encore un nouveau changement, ce mot lui-même n'aura pas plus de valeur, que le mot métal ou métalloïde ne devrait en avoir dans la chimie minérale. Une classification fondée sur de nouveaux principes pourrait réellement rendre quelques services à la chimie; car il n'y a aucun avantage à réunir des corps aussi différens les uns des autres.

La préparation de l'éther hydrique présente un fait remarquable. Cadet avait observé que l'on pouvait plusieurs fois distiller de l'alcool sur le même acide sulfurique, sans que cet acide cessât de le transformer en éther (1). Plus tard M. Boullay a fait voir qu'en faisant arriver continuellement de l'alcool dans de l'acide sulfurique on arrivait au même but, et enfin M. Mitscherlich, dans ces derniers temps, a étudié ce phénomène avec beaucoup de soin : il a remarqué que l'éther distillait constamment en même

(1) *Histoire de l'Académie des sciences*, an. 1774, p. 28.

temps que de l'eau et un peu d'alcool, et il a attribué ces phénomènes à la cause qui détermine la décomposition du bi-oxide hydrogène, par le contact du platine et du bi-oxide de manganèse; à cette cause qui fait que le ferment sépare les élémens du sucre; cause que M. Berzélius a considérée comme une force particulière, à laquelle il a donné le nom de catalytique. M. Thenard et M. Liebig n'admettent pas le rapprochement fait par M. Mitscherlich. En effet, son opinion n'a point de probabilités pour elle, puisque l'alcool et l'acide sulfurique ne peuvent être mis en contact sans se combiner, et former un mélange qui n'entre en ébullition qu'à + 120°.

De tous les composés de ce groupe, l'alcool seul est employé en quantité considérable. On se le procure aujourd'hui, en France, principalement en faisant fermenter du sucre mamelonné provenant du traitement de la fécule par l'acide sulfurique.

Corps gras.

Les corps gras sont difficiles à séparer nettement des autres groupes. Leur qualité d'être gras est fort difficile à déterminer exactement, et n'est pas très philosophique; il est probable que, par les progrès de la chimie, ce groupe sera détruit.

J'ai déjà eu l'occasion de dire comment, en un petit nombre d'années, l'étude des corps gras, si diffi-

cile à faire, a été élevée du néant à une grande perfection par les travaux de M. Chevreul. Toutes ses expériences ont été faites avec une telle précision ; la manière dont elles ont été envisagées a été si nette, tellement en rapport intime avec les faits observés, et exprimés avec tant de réserve, que les travaux ultérieurs qui ont été entrepris par d'autres chimistes, n'ont fait que la développer. Ainsi, M. Chevreul avait considéré l'éthal comme un corps analogue aux éthers; nous avons vu tout-à-l'heure que cette analogie avait été portée beaucoup plus loin encore par le travail de MM. Dumas et Peligot. M. Chevreul avait dit que les corps gras neutres, en partie saponifiables, pouvaient être considérés comme des éthers qui seraient représentés par un acide gras et de la glycérine; M. Pelouze a fait voir depuis quelque temps que la glycérine s'unissait à l'acide sulfurique et lui communiquait des propriétés tout-à-fait analogues à celles de l'acide sulfovinique. M. Chevreul avait dit que la stéarine pure et l'oléine pure se transformeraient probablement sous l'influence des alcalis, la première tout en acide stéarique et en glycérine, la seconde, tout en acide oléique et en glycérine; M. Lecanu a obtenu de la stéarine pure et a confirmé complètement cette prévision. M. Chevreul avait reconnu que la détermination du point de fusion des corps gras était une des choses les plus importantes de leur histoire, et depuis quelque temps, MM. Boudet fils et Pelouze, en utilisant cette remarque, sont sur la voie

de découvertes importantes, qui éclaireront une des parties les plus obscures de l'histoire des corps gras : ils ont vu qu'une foule d'oléines et de stéarines, qui offraient des propriétés très variables, et que l'on ne savait expliquer, sont des composés définis de stéarine ou de margarine et d'oléine.

En étudiant les corps gras, on ne peut s'empêcher de se demander : comment se fait-il que cette partie de la chimie qui était si obscure il y a vingt ans, se trouve si bien développée et si nettement débarrassée des erreurs qui nuisent à l'étude des autres parties?..... C'est que cette étude a été commencée par un homme qui savait que l'on ne pouvait faire de théories qu'en les établissant sur des bonnes expériences.

Que le groupe des corps gras soit bien ou mal défini, que les corps gras neutres soient analogues aux éthers ou aux sels, que les théories qui ont guidé M. Chevreul et ses successeurs soient l'expression de la vérité ou non, on peut dire aujourd'hui que ses travaux ne périront pas, et qu'ils seront pour l'avenir une base solide sur laquelle s'élevera un monument.

Les travaux de M. Chevreul ont déjà porté leurs fruits : la saponification a été immensément perfectionnée, et les acides gras qu'il a obtenus servent pour former des bougies qui rivalisent avec la cire.

Acides.

On considère comme acides organiques ceux qui existent tout formés dans les êtres organiques; cependant, par une extension mal fondée, on a considéré comme tels l'acide cyanhydrique, l'acide lampique, l'acide fulminique, l'acide camphorique, etc., qui se produisent dans des circonstances telles que la vie d'un être quelconque y serait détruite.

On est redevable à M. Berzelius d'avoir analysé plusieurs de ces acides et d'avoir fait connaître que la quantité d'oxigène qu'ils renferment est toujours un multiple de celle de la base à laquelle ils s'unissent. Cette remarque importante a démontré non-seulement que chaque acide était composé d'élémens en proportions fixes et déterminées, ce que l'on savait déjà, et ce qui ne pouvait être autrement, mais que les équivalens de la chimie minérale se retrouvaient dans la chimie organique. Toutefois, je dois remarquer ici que les densités de vapeurs déterminées par M. Gay-Lussac, l'avaient déjà démontré d'une manière suffisante, puisque l'on sait qu'il existe une relation simple entre les densités des gaz et le rapport pondéral de leur équivalent.

Les acides dont il est ici question, tels qu'on les trouve dans les êtres organisés, sont libres ou combinés avec des bases; mais dans un cas comme dans l'autre, ils sont dans le même état; car, lorsqu'on les

considère comme libres, ils contiennent de l'eau qui y joue le même rôle qu'une base.

Quelquefois, il y a plus d'un équivalent d'eau pour un équivalent d'acide; mais il arrive que, dans le sel neutre, cette eau s'en va, ou bien qu'il en reste un tel nombre d'équivalens, qu'avec celui de la base, il y en a autant qu'il y avait d'équivalens d'eau. Ainsi, l'acide oxalique à lui seul nous donnera $C^2O^3, 3H^2O$; $C^2O^3,\Delta O,2H^2O;C^2O^3,H^2O;C^2O^3,\Delta O$. — L'acide lactique non-seulement est remarquable en ce qu'il perd les élémens d'une molécule d'eau lorsqu'on l'unit à une molécule de base; mais en ce que le même acide sublimé a perdu deux molécules d'eau, et qu'il en reprend une au contraire, en s'unissant à une molécule de base pour produire un lactate ordinaire : $C^6H^{10}O^5, H^2O$, et $C^6H^8O^4+H^2O+\Delta O=C^6H^{10}O^5,\Delta O$, qui se produit également par les deux acides.

Depuis la belle observation de M. Berzelius, sur la relation qui existe entre la quantité d'oxigène d'un acide organique et celle de la base qu'il sature, on détermine le poids moléculaire *chimique* de ces acides en cherchant combien il en faut pour saturer une molécule chimique d'un oxide métallique. On fait habituellement usage d'oxide de plomb. Depuis quelque temps, on préfère avec raison l'oxide d'argent qui rend l'opération plus simple et plus sûre. Malgré tout ce qui vient d'être dit, l'acide citrique a offert de très grandes difficultés lorsqu'il a été question de déterminer son poids moléculaire. Une foule de recher-

ches et de remarques intéressantes ont été faites par MM. Berzelius, Liebig, Pelouze, Malaguti, et enfin, par MM. Dumas et Liebig.

M. Berzélius avait depuis long-temps adopté $C^4H^4O^4$ pour la formule de l'acide citrique, supposé anhydre. En admettant cette formule, on trouve que l'acide citrique cristallisé à une basse température peut être représenté par 3 $(C^4H^4O^4)$, 4 H^2O. Ces cristaux desséchés, s'effleurissent et deviennent 3$(C^4H^4O^4)$, 2H^2O. L'acide citrique cristallisé à chaud a pour formule $C^4H^4O^4$, H^2O et ne change en aucune manière à 100,°; à une température un peu plus élevée, il fond sans rien perdre. En réduisant ces formules de manière qu'elles contiennent la même quantité d'eau, on a $C^6H^6O^6$, H^2O et $C^4H^4O^4$, H^2O. Quelle formule adopter ?

On doit encore à M. Berzélius et à M. J. Gay-Lussac les analyses de plusieurs citrates, qui permettent de former le tableau suivant :

Acide citrique préparé à chaud	$C^4H^4O^4$, H^2O.
Citrate de chaux desséché à 100°	$C^4H^4O^4$, CaO.
Citrate de baryte id.	$C^4H^4O^4$, BaO.
Citrate de soude chauffé à 100°	$C^4H^4O^4$, NaO, H^2O.
Citrate de chaux	$C^4H^4O^4$, CaO, H^2O.
Citrate de plomb par l'acétate basique	$C^4H^4O^4$,2PbO.
Citrate acide de baryte	$C^5H^5O^5$, BaO, H^2O.
Acide citrique cristallisé à froid, effleuri	$C^6H^6O^6$, H^2O.
Le même, cristallisé	$C^6H^6O^6$,2H^2O.
Citrate basique de plomb, par ammoniaque	$C^6H^6O^6$,2 PbO.
Citrate de plomb, par acide nitrique	$C^6H^6O^6$, PbO, H^2O.
Citrate de chaux. J. G. L.	$C^6H^6O^6$,2(CaO), H^2O.
Citrate de cuivre à 100°	$C^6H^6O^6$,2(CuO), H^2O.
Le même, à 100° ; mais dans l'eau	$C^6H^6O^6$,2 (CuO),H^2O.

Dans l'espoir de déterminer la formule de l'acide citrique, M. Malaguti, a cherché à former l'éther citrique. Il a réussi, et lui a trouvé pour composition : $C^4H^4O^4,C^4H^{10}O$. Ce qui établit la formule de l'acide citrique anhydre $= C^4H^4O^4$.

M. Berzélius avait trouvé qu'en desséchant le citrate de soude et le citrate de baryte à une température élevée, ils perdaient chacun le tiers d'une molécule d'eau, qui ne pouvait provenir que de leurs élémens. Le sel redissous dans l'eau et soumis à l'évaporation revient exactement ce qu'il était avant la dessiccation.

Tout récemment MM. Dumas et Liebig ont trouvé que le citrate d'argent présentait la même chose que les citrates de soude et de baryte. Ils ont conclu de cette observation que l'eau perdue n'appartenait pas à la constitution de l'acide citrique, qu'il faut tripler l'ancienne molécule de cet acide et en retrancher H^2O. De telle sorte que les citrates neutres doivent contenir trois molécules de base. Ils donnent les exemples suivans :

$C^{12}H^{10}O^{11}$	Acide réel.
$C^{12}H^{10}O^{11}$ 3 ΔO	Citrates neutres.
$C^{12}H^{10}O^{11}$ 3 H^2O	Acide citrique desséché.
$C^{12}H^{10}O^{11}$ 3 H^2O, 2 H^2O ...	Acide citrique cristallisé.

Et MM. Dumas et Liebig pensent avoir éclairci la question !

On peut dire à l'examen de pareilles suppositions, 1° que cette nouvelle formule ne convient tout au plus qu'à la moitié des citrates connus, et même

moins encore, qu'elle ne convient qu'aux citrates chauffés à une température élevée; car, qu'y a-t-il d'extraordinaire que la composition d'un corps change quand on le chauffe à une température qui dépasse les limites de son existence, et qu'il reprenne ensuite l'élément qu'on lui a enlevé lorsqu'on le lui rend? La craie n'est-elle pas dans le même cas? 2° Pourquoi y aurait-il trois molécules d'oxide métallique dans un citrate neutre ? 3° ne peut-on pas faire ici la même observation que celle que j'ai faite en parlant du sucre? si l'on chauffait beaucoup plus que resterait-il? un corps pyrogéné. Je sais bien que l'on me dira : mais ce corps pyrogéné ne reproduira pas l'acide citrique. J'avoue que cela est vrai, mais avec de l'acide carbonique et de la chaux on reproduit du carbonate de chaux, et cependant on ne peut pas dire que la chaux soit du carbonate de chaux, il en serait encore de même, si l'on ne pouvait unir directement l'acide carbonique et la chaux.

Dans mon introduction à l'étude de la chimie, je me suis servi de la détermination de la capacité de saturation de l'acide citrique, pour faire voir combien il est difficile de pouvoir dire ce que c'est qu'un sel neutre, et j'ai attribué les résultats si divers que donne l'analyse des citrates, à ce que les molécules élémentaires qui entrent dans la constitution de l'acide citrique, sont toutes en même nombre, circonstance qui leur permet de se partager et de s'unir en une foule de rapports. Je me servirai même de cette

mobilité signalée par M. Berzélius, pour démontrer que les citrates chauffés à une température élevée ne sont plus des citrates quoiqu'ils puissent repasser par cet état au contact de l'eau.

J'avouerai qu'il résulte pour moi, de l'examen auquel je viens de me livrer, qu'il y a plusieurs molécules d'acide citrique très différentes les unes des autres, et qui peuvent toutes se reproduire mutuellement. Il suffira, je crois, de jeter les yeux sur le tableau que j'ai formé, pour se faire une même opinion.

MM. Dumas et Liebig ont encore observé que les tartrates, l'acide méconique et l'acide cyanurique, perdaient, lorsqu'on les chauffait, de l'eau provenant de leurs radicaux, et ils ont déduit de ces faits une loi qui les embrasse tous. Je ne m'arrête point ici sur la valeur impropre du mot loi employé en pareille circonstance, puisque je dois m'en occuper d'une manière toute spéciale, je remarquerai qu'il y a une erreur dans l'énonciation de cette loi, au moins pour ce qui concerne l'émétique qui a servi pour l'établir. Elle est ainsi conçue : « *Dans les acides citrique, tartrique, méconique, cyanurique, chaque atome d'oxigène appartenant aux bases avec lesquelles ils s'unissent, peut déplacer et remplacer un atome d'oxigène qui disparaît à l'état d'eau.* » Il est bien évident que si l'émétique perd deux molécules d'eau provenant de l'acide tartrique, que les deux *atomes* d'oxigène de cette eau ne correspondent pas du tout, comme la loi l'indique, aux quatre atomes d'oxigène de la po-

tasse et de l'oxide d'antimoine : $KO + Sb^2O^3$. Il eût peut-être été plus convenable de dire que chaque molécule de base remplace une molécule d'eau, et je crois que cela se rapporte à des faits connus, et que ça ne se borne ni à une, ni à deux, ni à trois molécules.

Dans la même note, MM. Dumas et Liebig pensent simplifier et éclairer la théorie des acides organiques en les transformant en hydracides; mais ces hydracides contiennent huit molécules d'hydrogène uni au radical présumé. Si ce sont là des hydracides, ils sont réellement d'une nature toute particulière, et tellement étrangère à tout ce que l'on connaît, que je suis bien convaincu que M. Dulong n'y verra pas une extension de la théorie qu'il avait proposée à l'occasion de l'acide oxalique.

Faut-il qu'en exposant l'état actuel de la chimie, j'aie à m'occuper de pareils sujets!

M. Pelouze, en examinant l'action de la chaleur sur les acides organiques, et en étudiant la relation qui existe entre la composition de ces acides et celle de leurs acides pyrogénés, a trouvé que l'on pouvait exprimer cette relation par la loi suivante : *Un acide pyrogéné quelconque, plus une certaine quantité d'eau et d'acide carbonique, ou l'un seulement de ces deux composés binaires, représente toujours la composition de l'acide qui l'a produit.* Cette loi a été vérifiée sur un grand nombre d'acides, on a :

Acide tartrique. Acide pyro-tartrique.

$$2\,(C^4H^6O^6) - 3\,CO^2 - 2\,H^2O = C^5H^8O^4.$$

Acide tartrique. Acide pyruvique.

$$2\,(C^4H^6O^6) - 2\,CO^2 - 3\,H^2O = C^6H^6O^5.$$

Acide malique. Acide maléique.

$$C^4H^6O^5 - H^2O = C^4H^4O^4.$$

Acide malique. Acide para-maléique.

$$C^4H^6O^5 \quad 2\,H^2O = C^4H^2O^3.$$

Acide gallique. Acide pyro-gallique.

$$C^7H^6O^5 - CO^2 = C^6H^6O^3.$$

Acide gallique.

$$2\,(C^7H^6O^5) - 2\,CO^2 - 2\,H^2O = C^{12}H^8O^4.$$

M. Pelouze a même vu que la loi qu'il a trouvée peut s'appliquer à des acides volatiles ; car en remplaçant leur eau de constitution par une base, ils deviennent fixes, et peuvent être décomposés par la chaleur ; c'est ainsi que l'acide acétique saturé par la baryte, ou l'acétate de baryte, se transforme en carbonate de baryte et en acétone, qui, toutefois, est un produit neutre.

Il faut remarquer que M. Pelouze a fait toutes ses observations à des températures déterminées, et qu'il a ainsi rendu un grand service à la chimie générale ; car il fait voir comment les produits pouvaient varier selon la modification des circonstances.

La loi des acides pyrogénés s'applique exactement à tous les cas qu'il a étudiés ; mais elle n'est point aussi générale qu'on aurait pu le croire d'abord. M. Robiquet a vu que dans la distillation de l'acide citrique, même faite avec les soins les plus scrupuleux, on obtenait de l'oxide de carbone.

En effet, *dans toutes les réactions chimiques, il ne*

peut évidemment se former d'autres produits que ceux qui peuvent exister dans les circonstances de l'opération, et comme l'oxide de carbone résiste à l'action de l'acide carbonique, et de la vapeur d'eau à une température élevée, il était probable que l'on rencontrerait quelques cas particuliers dans lesquels il se produirait.

Les acides organiques ne forment point un groupe aussi bien déterminé qu'on pourrait le penser. J'ai déjà fait observer qu'il y avait de ces acides qui devraient être exclusivement classés dans la chimie minérale ; cela, bien entendu, dans le cas où l'on veut avoir deux chimies. Comme la propriété d'un acide est déterminée par la faculté qu'il a de s'unir aux bases, on trouve plusieurs corps organiques neutres, telles que les sucres, la gomme arabique, qui jouissent de cette propriété et qui appartiennent à d'autres groupes. Les acides gras sont aussi dans le même cas, attendu que si on les laisse parmi les corps gras, ils ne peuvent se trouver parmi les acides, et que si on les classe avec ces derniers, ils ne se trouvent plus avec les corps gras.

Beaucoup d'acides organiques sont employés dans l'économie domestique et dans les arts. Quelques-uns s'extraient immédiatement des végétaux, comme l'acide citrique, d'autres sont toujours un produit de l'art, comme l'acide acétique, d'autres enfin s'obtiennent dans ces deux circonstances, comme l'acide oxalique.

Des bases salifiables organiques, ou alcaloïdes.

Depuis la découverte de Sertuerner le nombre des alcaloïdes s'est considérablement accru. On en connaît maintenant de solides et de liquides ; on pourrait même y ajouter l'ammoniaque, qui est gazeuse, au même titre que bien des acides qui se trouvent décrits habituellement dans des traités de chimie qui traitent des corps organiques.

Les alcaloïdes présentent tous de telles différences dans l'ensemble de leurs propriétés physiques, qu'il est difficile, pour ne point dire impossible de les décrire d'une manière générale. Seulement on peut dire que ces corps sont caractérisés par leur origine, leurs propriétés alcalines qui font, que presque toutes leurs dissolutions exercent une action sensible sur le tournesol, et que, tous sans exception, peuvent s'unir aux acides, pour former des sels définis.

Il est on ne peut plus remarquable de voir, que tous les alcaloïdes naturels, qui ont été étudiés, renferment quatre élémens, parmi lesquels on compte l'azote. M. Liebig en a analysé plusieurs et en les examinant sous le point de vue de leur composition et de leur capacité de saturation, il a trouvé que chaque molécule de base contenait deux molécules d'azote.

Pour obtenir un pareil résultat, il avait déterminé la capacité de saturation des alcaloïdes en les sou-

mettant à un courant de gaz chlorhydrique sec, et en les chauffant ensuite pour chasser l'excès de gaz. L'accroissement de poids faisait connaître la quantité de gaz absorbé; mais M. Regnault vient tout récemment d'élever des doutes sur la valeur de ce procédé qui ne lui a pas paru applicable dans tous les cas, par exemple, à la détermination du poids de la cinchonine, et il a préféré dans bien des circonstances, analyser des sels cristallisés. Il est bien évident que ce mode d'opérer devait conduire à des résultats plus convenables. M. Regnault a examiné les alcaloïdes des quinquina et des strychnos, qui renferment, selon ses résultats, chacun quatre molécules d'azote dans leurs molécules chimiques. On pourrait objecter à M. Regnault : mais la quantité d'azote que vous avez trouvée dans les alcaloïdes est exactement le double de celle qui a été trouvée par M. Leibig, et, dans les alcaloïdes de l'opium, vous en avez trouvé la même proportion que lui. M. Regnault répond à ces objections, 1° que le procédé de M. Liebig, consistant à employer toujours un excès d'acide, doit donner plutôt des sels acides que des sels neutres, ce qui diminue évidemment le poids moléculaire des bases, lorsque l'on considère ces sels acides comme des sels neutres; 2° que la plupart des sels qu'il a analysés, même ceux qui l'ont conduit à reconnaître quatre molécules d'azote dans chaque molécule de base, ont été formés dans une liqueur très acide, et qu'il serait sans exemple que de pareils sels fussent basi-

ques, d'autant plus qu'il a évaporé les eaux-mères et qu'il en a toujours retiré les mêmes sels; 3° enfin, que la quantité d'azote n'avait pas toujours été exactement déterminée par M. Liebig et que, ses analyses l'ayant conduit à modifier beaucoup certaines formules d'alcaloïdes, il n'est pas étonnant qu'il soit arrivé à des résultats différens de ceux obtenus par M. Liebig.

Il est vrai de dire que la manière d'opérer de M. Regnault parle hautement en faveur des résultats qu'il a obtenus, quoique l'on connaisse bien l'habileté de M. Liebig.

On flotte donc ainsi entre deux opinions : l'une qui nous représente un résultat qui flatte par sa généralité, l'autre qui n'admet pas ce résultat, et qui paraît fondée sur des expériences très scrupuleusement faites.

Le travail de M. Regnault n'a pourtant pas lieu d'étonner; car M. Liebig, lui-même, avait pu préparer artificiellement des alcaloïdes (l'amméline et la mélamine) qui contiennent de l'azote dans un rapport fort éloigné de celui des alcaloïdes naturels.

En examinant la constitution des sels alcaloïdiques et même celle des sels d'urée, M. Regnault a trouvé qu'ils retenaient tous une molécule d'eau, qu'ils ne pouvaient perdre, même à une température élevée; en cela, ils se comportent comme les sels ammoniacaux, les éthers. Ce rapprochement présente

un vif intérêt. Ainsi, un alcaloïde étant A, un radical chloroïdique étant R, et un oxacide étant X, on aurait les composés suivans :

Théorie de l'ammoniaque.

A,H^2O,X Sel alcaloïdique.
A,H^2R^2 Chloroïdate alcaloïdique.

Théorie de l'ammonium.

AH^2,O,X Sel alcaloïdique.
AH^2,R^2 Chloroïdure alcaloïdique.

M. Regnault se fonde sur les résultats qu'il a obtenus pour diviser toutes les bases en deux groupes bien distincts.

« Dans le premier groupe viennent se ranger les substances basiques qui ne peuvent pas se combiner avec les hydracides sans décomposition, qui, avec l'acide chlorhydrique, par exemple, forment de l'eau et un chlorure, et dont les sels formés avec les oxacides peuvent être facilement obtenus anhydres par la dessiccation. Ce sont toutes les bases minérales.

« Le second groupe comprend toutes les bases qui se combinent directement, sans décomposition, avec les hydracides, qui forment des hydrochlorates et non des chlorures, et qui ne donnent des sels avec les oxacides que lorsqu'il y a présence de l'eau. Ces sels retiennent tous un atome d'eau qu'on ne peut leur enlever sans les décomposer.

« Ce second groupe renferme toutes les substances basiques du règne organique actuellement connues. »

La découverte des alcaloïdes a fixé une des belles époques de l'analyse immédiate. En effet, il était non-seulement remarquable de trouver une série de corps qui venaient faire le pendant des acides organiques, mais les moyens employés ont été un véritable perfectionnement de ce genre d'analyse. Cependant, comme on a employé des agens très énergiques, tels que l'ammoniaque, on s'est demandé, et l'on était en droit de le faire, si les alcaloïdes existaient tout formés dans les végétaux ou s'ils étaient un produit de réaction, et cette idée a fait naître quelques recherches: M. Robiquet a substitué la magnésie à l'ammoniaque dans l'extraction de la morphine, et il a pu en obtenir tout aussi bien qu'avec cette première base; M. Lassaigne a soumis une infusion d'opium à l'action de la pile et a vu que de la morphine se rendait au pôle négatif de cet instrument; M. Robinet a fait usage de sels neutres et a pu recueillir du chlorhydrate de morphine qu'il n'avait pas reconnu; enfin, M. Dupuy, en abandonnant à lui-même de l'extrait aqueux d'opium en consistance presque fluide, a pu en retirer une quantité considérable de sulfate de morphine cristallisé. De toutes ces observations, celle de M. Dupuy est celle qui est le plus en faveur de l'existence des alcaloïdes tout formés dans les végétaux, à moins que l'on admette que l'eau distillée a pu donner naissance au sulfate de morphine; mais depuis, il a obtenu les mêmes résultats en traitant l'opium par l'alcool. On sait

encore que M. Grégory obtenait directement du chlorhydrate de morphine et de codéine de l'infusion d'opium, en y ajoutant une dissolution de chlorure de calcium qui ne peut vraisemblablement opérer qu'une *triple décomposition*, en tenant compte de celle de l'eau.

Si la découverte des alcaloïdes a dû fixer une belle époque de la chimie organique, elle n'a pas moins dû attirer l'attention par le perfectionnement qu'elle a apporté dans la préparation des médicamens, dans la thérapeutique, et surtout parce qu'elle fût un bienfait pour l'humanité.

Des composés à radical de cyanogène.

Ce groupe a été établi par M. Thenard dans la sixième édition de son traité de chimie. Tous les composés y sont rassemblés et décrits avec tant de soin que je dois me borner ici à faire quelques remarques.

Comment se fait-il que le cyanogène soit dans la partie minérale et que les composés qu'il forme se trouvent dans la chimie organique ? Je ne prétends pas ici m'élever contre cette division ; mais je désire m'en servir pour démontrer qu'il serait important de réunir ces corps et de les mettre tous dans la chimie générale ; car qu'y a-t-il d'organique dans tous ces corps qui sont gazeux, liquides

ou cristallisés et qui ont été presque tous préparés originairement à une température élevée ? Je sais bien que l'on dira : mais le laurier-cerise et les amandes amères contiennent de l'acide cyanhydrique ou au moins ils peuvent en donner sous l'influence de l'eau. Cela est vrai, mais je m'en servirai encore pour dire que tout corps qui ne présente point de trace d'organisation, doit appartenir à la chimie minérale, ou, pour mieux m'exprimer, à la chimie générale.

Le cyanogène est excessivement remarquable en ce qu'il joue partout le même rôle qu'un corps simple et qu'il présente la plus grande analogie avec les chloroïdes. Mais cette analogie si bien soutenue vient encore nous offrir un exemple digne de la plus grande attention en ce qu'il se comporte de manière à ébranler la théorie de l'isomorphisme, au moins telle que M. Mitscherlich l'avait conçue. En effet, le cyanhydrate et le chlorhydrate d'ammoniaque affectent le même système cristallin, et cependant leurs formules, quoique du même ordre, ne renferment pas le même nombre d'atomes. Ainsi le chlorhydrate d'ammoniaque $= ClH,H^3Az$, et le cyanhydrate $=(CAz)H,H^3Az$. Si ce n'est pas un cas fortuit qui fait que le système de cristallisation de ces deux corps soit le même, il est évident, dis-je, qu'il faut modifier les propositions de M. Mitscherlich. On peut encore ajouter au fait précédent que l'alun à base d'ammoniaque affecte le même système que les autres aluns à bases minérales ; or, dans ces aluns

H^6Az^2 et peut-être même H^6Az^2, H^2O est remplacé par ΔO, qui est isomorphe. Ici bien évidemment la théorie des équivalens triomphe de celle des atomes ; car ce sont les équivalens et non ces derniers qui sont isomorphes. J'aurai occasion de revenir sur ces observations dignes de la méditation des physiciens et des chimistes.

L'étude des composés à radical de cyanogène est assez avancée pour l'état actuel de la chimie ; cependant elle offre encore quelques lacunes à remplir. On ne connaît pas convenablement tous les cyanures de fer. Je sais que M. Pelouze s'en occupe en ce moment; espérons qu'il achevera son travail de manière à ne rien laisser desirer.

Matières neutres immédiates.

Le nombre des matières neutres est assez considérable, mais je l'ai restreint beaucoup en ne m'occupant que de celles qui sont immédiates; c'est-à-dire que l'on considère comme étant toutes formées dans les êtres organisés, et en reportant dans d'autres groupes toutes celles qui présentent des traces d'organisation ou qui forment des *produits immédiats des vegétaux*, et que l'on a plus d'intérêt à étudier telles que la nature nous les donne, plutôt qu'isolément.

Les matières neutres immédiates forment habituellement deux groupes, dont l'uncomprend des

matières incolores, et l'autre, des matières colorantes.

Les matières neutres immédiates, telles que la mannite, la salicine, la phloridzine, etc., ont été jusqu'à présent peu étudiées par les chimistes, parce que leur neutralité faisant qu'elles n'entrent en aucune combinaison, on a pas grand intérêt à les examiner. Cependant, si on les soumettait à l'action de la chaleur et d'une foule d'agens chimiques, il n'est pas douteux que l'on donnerait lieu à des réactions intéressantes, par lesquelles on obtiendrait vraisemblablement de nouveaux produits.

Les matières neutres colorantes se trouvent caractérisées par leur couleur; mais surtout par la propriété qu'elles ont de se fixer dans les tissus, sous l'influence des agens chimiques.

Plusieurs matières colorantes n'existent réellement pas toutes formées dans les végétaux, tels sont l'indigo, l'orcine, la matière du tournesol. M. Robiquet a même émis l'opinion qu'il se pourrait bien faire que la plupart des matières colorantes fussent originairement incolores, et même exemptes d'azote, que c'est sous l'influence de l'ammoniaque et de l'oxigène, qu'elles prennent la couleur qui leur convient, et il est ainsi conduit à rapprocher l'acide gallique des matières primitivement incolores. Voici au reste ce qu'il dit à ce sujet : « Je m'abuse peut-être, mais je regarde comme probable que le radical indigotique n'est point azoté, que cet élément ne lui est

fourni que par l'ammoniaque, et que l'indigo, comme l'orcine, une fois formés, ne peuvent plus ni l'un ni l'autre revenir à l'état primitif, parce qu'il y a un changement complet dans la nature entière de ces corps, et qu'il n'y a point de parallèle à établir entre le radical indigotique et l'indigotine réduite. »

Plus loin, en parlant de l'acide gallique, M. Robiquet dit encore : « Ainsi en admettant tous ces faits pour constans, nous voyons encore ici une substance neutre volatile, non azotée, soluble dans l'eau, se convertir sous la triple influence de l'oxigène, de l'ammoniaque, et bien certainement aussi de l'humidité, en un autre produit fixe, azoté, peu ou point soluble dans l'eau et fortement coloré. Certes l'analogie ne saurait être plus complète, à moins qu'on ne se refusât à considérer, comme matière colorante, des produits qui ne fournissent pas des teintes éclatantes et agréables à l'œil. » Jour. de pharm., t. xxi, p. 282-283.



Quoique l'histoire des matières colorantes soit de la plus haute importance pour les arts, leur étude est encore peu avancée. L'indigo est le corps qui a été le plus étudié, et cependant on ne sait que fort peu de chose sur sa nature, on ignore même complètement sous quel état il se trouve dans les plantes. J'ai eu dernièrement occasion de faire quelques essais sur plusieurs plantes indigofères, telles que l'*isatis tinctoria* et le *polygonum tinctorium*, et j'ai pu acqué-

rir la certitude que la matière génératrice de l'indigo n'existe pas sous le même état dans ces deux plantes.

M. Chevreul avait déjà été conduit à penser (1) que l'indigo incolore était de l'indigo hydrogéné et non point de l'indigo désoxigéné, comme on le pensait ordinairement, et, tout récemment, M. Dumas a confirmé cette opinion, au moins autant qu'elle peut l'être dans l'examen de corps aussi difficiles à étudier. (2)

Plusieurs matières colorantes présentent un fait des plus intéressans : elles ne forment point avec les sels alumineux un composé insoluble dans les circonstances ordinaires; mais si l'on a eu l'attention d'imprégner un tissu de la dissolution alumineuse, la matière colorante devient insoluble, et le tissu se trouve teint d'une manière indélébile. M. Chevreul pense, au moins c'est ce que j'ai pu recueillir dans plusieurs de ses leçons que j'ai suivies, que, dans ce cas, le tissu intervient en se combinant avec la matière colorante. Quoique les opinions de M. Chevreul méritent la plus grande confiance, surtout en pareille matière, je n'ai jamais pu les partager ; car des sels parfaitement neutres, comme le chromate de plomb, *s'interposent* dans des tissus, et les teignent parfaitement, et l'on ne peut réellement admettre qu'il y ait combinaison; d'autant plus qu'une combinaison chimique ne pourrait se faire sans un mouvement molé-

(1) *Chimie organique.*

(2) *Annales de chimie,* t. LXIII, p. 265.

culaire qui détruirait entièrement le tissu. Cependant, lorsque l'on considère la manière dont la matière colorante de la cochenille peut teindre, l'opinion précédente ne suffit plus; je pense que, dans les cas de ce genre, la combinaison de la matière colorante et de l'alumine, a lieu sous l'influence de la capillarité du tissu, influence qui doit contribuer à modifier considérablement les actions chimiques. Toutefois, je n'émets cette opinion qu'avec réserve, car pour l'admettre, il faudrait qu'elle fût démontrée expérimentalement.

Élémens des tissus organiques.

Les corps que l'on peut ranger dans ce groupe diffèrent essentiellement de ceux qui appartiennent aux groupes précédens. Ceux-ci pouvaient cristalliser ou se présenter sous forme de liquides, comme tous les corps inorganiques dont on ne peut réellement les séparer. Ceux-là, au contraire, sont réellement organisés, ils sont sous la forme de sphéroïdes ou de cylindroïdes plus ou moins parfaits, et cette forme les caractérise essentiellement; aussitôt qu'elle a été détruite par un agent chimique, ils doivent rentrer dans le domaine de la chimie minérale. C'est surtout dans l'étude de ce groupe et de celui qui va suivre, que l'emploi du microscope est indispensable; c'est

lui qui fait connaître la structure de ces corps et qui peut servir pour expliquer, jusqu'à un certain point, les phénomènes chimiques qu'ils présentent; c'est ainsi que le tégument qui couvre la fécule a rendu compte de l'insolubilité de cette substance dans l'eau tant qu'il n'est pas rompu.

Les élemens tissulaires des végétaux sont le tissu cellulaire ou ligneux, la fécule, le gluten. Les élémens des tissus des animaux sont le tissu cellulaire, l'albumine solide.

Le *tissu cellulaire des végétaux* se présente à nous sous forme de cellules ou de tubes disposés de mille manières. C'est lui qui, tout à-la-fois, remplace le système osseux des animaux et forme les vaisseaux dans lesquels les sucs nourriciers sont transportés. C'est à lui que les chimistes ont donné le nom de ligneux lorsqu'ils l'ont dépouillé de toutes les matières solubles qu'il peut contenir. Ce tissu est peut-être l'unique tissu des végétaux; car tous les autres peuvent n'être que des cellules ligneuses remplies d'albumine, ou de matières gommeuses, ou de matières de tout autre nature, telles que les résines, les huiles fixes et volatiles, etc.

Le ligneux a été analysé par MM. Gay-Lussac et Thenard, et par M. Prout. Ils sont arrivés à ce résultat qui ne paraît pas douteux, que les élémens du ligneux peuvent être représentés par du carbone plus de l'eau; mais ils ne sont pas d'accord sur la quantité relative de ces produits. MM. Gay-Lussac

et Thenard ont trouvé : carbone 52, eau 48 —. M. Prout a trouvé : carbone 50, eau 50. Ces résultats ont lieu d'étonner, car M. Prout a desséché les bois qu'il a analysés, à une température beaucoup plus élevée que MM. Gay-Lussac et Thenard ne l'avaient fait. L'analyse de M. Prout correspond à $C^3H^4O^2$ qui permettrait de faire un grand nombre d'équations qui rendraient compte des transformations que le ligneux subit sous l'influence de divers agens.

Le ligneux soumis à la distillation donne une foule de produits remarquables, tels que l'acide acétique, de l'esprit pyro-acétique, de l'esprit pyro-ligneux, des gaz inflammables, une foule de produits pyrogénés qui ont été étudiés par M. Berzélius et plus récemment par M. Reichenbach et par M. Runge. On peut demander aux partisans de la prédisposition quels sont ceux de ces produits qu'ils pensent tous formés dans le bois, ou bien s'ils y existent tous.

M. Braconnot a examiné l'action que l'acide sulfurique exerce sur les ligneux, et a trouvé qu'il se convertissait partiellement en sucre mamelonné, en une espèce de gomme et en une matière, qui s'unissait à l'acide sulfurique, pour en faire un acide particulier, qu'il a appelé acide végéto-sulfurique. Ce travail aurait besoin d'être repris, afin de reconnaître la proportion de toutes ces matières et la composition des deux dernières.

L'*amidon* a été l'objet d'un nombre considérable d'observations. Quoique beaucoup de chimistes s'en

soient occupés tout récemment son histoire laisse encore beaucoup à desirer. Leuwenhoeck avait découvert que chaque grain d'amidon était recouvert d'une enveloppe; mais cette observation importante avait été complètement oubliée et l'on ne savait expliquer son insolubilité dans l'eau froide et son apparente solubilité dans l'eau bouillante, lorsque M. Raspail a de nouveau démontré, par un grand nombre d'observations, l'existence de cette enveloppe des granules, et a fait voir qu'il fallait qu'elle se rompît pour que la matière qu'elle contenait pût se dissoudre. Il a considéré la matière interne des globules, comme étant une espèce de *gomme*. M. Guibourt, dans l'intention de voir, si c'était réellement l'enveloppe de la fécule qui l'empêchait de se dissoudre, ou si sa solubilité était déterminée exclusivement par l'action de la chaleur, a broyé de l'amidon à froid, et a vu qu'il devenait soluble par cette opération.

Vauquelin avait démontré que la torréfaction rendait la fécule soluble dans l'eau froide. Kirchoff avait reconnu que l'acide sulfurique dilué transformait d'abord l'amidon en gomme, puis en sucre. M. Dubrunfaut avait vu qu'une infusion de malt faite à une température inférieure à 70°, dissolvait immédiatement l'empois et la fécule. MM. Biot et Persoz, reprenant l'expérience de Kirchoff, ont isolé la matière gommeuse de l'amidon, et ont observé qu'elle jouissait au plus haut degré de la propriété de dévier le plan de polarisation de la lumière vers la droite. Ils ont même

cru, à cause de cela, devoir lui donner le nom de *dextrine.* M. Guérin vit que la dextrine de MM. Biot Persoz contenait du sucre mamelonné ; mais qu'indépendamment de cela, après avoir été desséchée et reprise par l'eau, elle laissait un résidu insoluble, qu'il a nommé *amidin soluble*, et il a conservé à la matière soluble le nom d'*amidine*, qui avait déjà été donné à toute la matière gommeuse, par plusieurs chimistes. Enfin, MM. Payen et Persoz ont fini par rejeter toutes les observations qui viennent d'être indiquées, et admettent que les 995 millièmes de l'amidon sont formées d'une matière particulière qu'ils ont nommée *amidone*. Il est bien évident que cette dernière opinion n'est pas fondée; car elle va jusqu'à confondre des matières très différentes que la fécule renferme, comme je vais le démontrer bientôt. C'est aussi à tort, je crois, que MM. Payen et Persoz considèrent l'amidone comme étant soluble dans l'eau vers 65 à 70°: elle y prend un développement considérable, mais elle ne s'y dissout qu'en quantité très minime.

Il paraît fort difficile d'accorder tant de travaux et tant d'opinions si opposés, pourtant je crois que ce n'est pas impossible. Pendant deux années de suite, j'ai observé au microscope un grand nombre de fécules, et j'ai reconnu qu'à toutes les époques elles étaient formées d'un tégument qui recouvrait des granules beaucoup plus petits que les grains de fécule. Ces granules m'ont paru avoir toujours le même volume quelle que fût la fécule à laquelle ils

appartenaient. Dans le commencement de la formation des grains de fécule, il est très difficile de les apercevoir ; il faut pour cela réfléchir la lumière sur les grains de fécule avec un papier bleu-foncé et leur porter de l'ombre dans différentes directions, soit avec un papier, soit avec un corps translucide, et malgré ces précautions la vue se fatigue quelquefois tellement que l'on est obligé d'abandonner l'observation sans avoir rien aperçu. Leuwenhoeck et M. Raspail avaient déjà observé ces granules, mais M. Raspail dit qu'on ne les aperçoit que lorsque le tissu, qui les entoure, a perdu la *gomme* qu'il renfermait.

L'existence de ces granules étant reconnue, on concevra comment la matière soluble qu'ils contiennent peut absorber de l'eau, les gonfler et faire crever leur enveloppe commune, sans qu'ils se rompent eux-mêmes. Ces petits corps gonflés et mous formeront l'empois, le peu de ligneux que l'on pourra filtrer contiendra la *gomme* ou l'*amidine* des granules détruits, et l'on se rendra parfaitement compte des propriétés de l'*amidone*, corps organisé et complexe.

Si l'on fait bouillir pendant long-temps de l'amidon dans une grande quantité d'eau, les granules pourront être détruits. Si maintenant on fait évaporer les dissolutions et si l'on reprend le résidu par l'eau, on aura une dissolution d'*amidine*, et l'*amidin soluble*, qui n'a jamais été dissous, restera sans se dissoudre. On objectera peut-être que la dissolution

d'un centième d'amidon, traité par l'eau bouillante, peut être filtrée; mais je ne sais pas jusqu'à quel point il est convenable de considérer les pores d'un papier sans colle comme un moyen bien exact de séparer toutes les matières insolubles. Les globules du sang passent pourtant dans des vaisseaux capillaires plus étroits que ceux de ces filtres.

Si, au lieu d'employer l'eau seulement, on fait intervenir un agent chimique ou la chaleur, le tégument du grain, qui paraît être du tissu ligneux, et le tégument des granules se transforment en matière gommeuse, semblable à celle que ces granules renferment. Cela n'a pas lieu d'étonner, puisque les expériences de M. Braconnot ont démontré que l'acide sulfurique transformait le ligneux en sucre et en gomme et puisque celles du professeur Autenrieth de Tubingen ont fait voir que le ligneux pouvait aussi se transformer en matière gommeuse par l'action de la chaleur d'un four.

Quant aux parties de l'amidon, que l'on a pu dissoudre après l'avoir broyé, c'était bien certainement l'amidine seule, à moins que l'élévation de température développée par le frottement n'ait modifié de l'amidin.

Je terminerai ces remarques sur l'amidon, en faisant observer que ceux qui continueront des recherches chimiques sur ce corps, seront obligés, avant de s'y livrer, de l'examiner soigneusement à l'aide du microscope, et s'ils veulent que leurs expériences

soient utiles par la suite, ils devront noter l'époque à laquelle ils ont fait leurs observations, dire de quelle plante provenait la fécule, et si elle a été employée récente ou sèche Cette dernière observation est surtout importante; car je suis bien convaincu que l'on a souvent trouvé des différences qui n'auraient pas existé, si l'on s'était toujours placé dans des circonstances convenables.

La nature des fécules varie beaucoup par la proportion relative de l'*amidin* et de l'*amidine*. Les différences qu'elles offrent sous ce rapport sont si considérables, que l'on a émis des doutes sur la nature de certaines fécules, telle est par exemple celle des orchis; mais je puis affirmer que les bulbes d'orchis contiennent une fécule dont les grains sont ovoïdes et de quatre à six fois plus gros que ceux de la pomme de terre. Les fécules sèches, qui contiennent beaucoup d'amidin et peu d'amidine, comme l'arow-root, se gonflent peu dans l'eau bouillante.

Les cellules des végétaux peuvent renfermer encore quelques matières; mais je me bornerai à ce que j'ai dit du ligneux et de l'amidon, qui méritent d'attirer l'attention par leur importance.

Le *tissu glutineux* est en petits globules qui sont presque entièrement formés d'albumine solide. Le reste est une matière soluble dans l'alcool, que M. Taddey a nommé glaïadine. Ce tissu existe dans les fruits des céréales, où il forme des cellules oblongues qui contiennent la fécule. La proportion relative

d'albumine insoluble et de glaïadine varie beaucoup dans les glutens de différentes plantes. Cette remarque peut servir pour rendre compte des différences que l'on observe en les examinant.

Le *tissu cellulaire des animaux* est un des plus abondans de tous ceux qui entrent dans leur constitution. Il forme des lames minces qui entourent les organes pour les maintenir en place; ou bien il est en cordons qui servent pour fixer les muscles après les os. Souvent il existe en cellules qui recouvrent des matières de diverses natures: tantôt c'est l'albumine solide, comme dans les muscles; tantôt c'est du phosphate de chaux, comme dans les os. Dans tous les cas il est formé de globules transparens, incolores qui sont fortement réunis. Le tissu cellulaire, tel qu'il existe dans les animaux, est mou, flexible, blanc, nacré; si on le dessèche il abandonne de l'eau, devient jaunâtre, dur et perd sa flexibilité. La manière dont l'eau se trouve unie à ce tissu a été étudiée par M. Chevreul et mérite une grande attention; car elle ne paraît se rapporter, ni aux combinaisons chimiques, ni à une simple imbibition. Le tissu cellulaire des animaux est remarquable dans la manière dont il se comporte avec l'eau : lorsqu'elle est pure, il ne s'y dissout point à la température ordinaire, mais lorsqu'elle est bouillante, il s'y dissout et se prend en gelée par le refroidissement. Cette gelée étant desséchée peut se redissoudre dans l'eau froide, ce qui prouve que le tissu a été modifié par l'eau sous

l'influence de la chaleur. Aussitôt qu'il a été dissous, son organisation est détruite et il a acquis de nouvelles propriétés. Comment l'eau est-elle intervenue dans cette réaction? c'est ce que l'on ignore. Le sang passe aujourd'hui pour renfermer les élémens nécessaires à la nutrition ou à la production des tissus; on n'a pourtant pas encore pu y trouver, à l'état normal, une matière donnant de la gélatine par l'action de l'eau bouillante, et le tissu cellulaire est un des plus abondans dans l'économie animale.

Il serait très intéressant pour la physiologie, que la chimie pût faire connaître la formation du tissu cellulaire.

Le *tissu albumineux* est sous forme de globules comme le précédent. On peut en distinguer deux espèces : une qui est insoluble dans l'eau, et l'autre qui peut s'y dissoudre. Le tissu insoluble portait encore le nom de fibrine il y a très peu de temps. M. Denis a démontré que cette fibrine insoluble dans l'eau pure, pouvait se dissoudre dans l'eau contenant des sels neutres, et prendre toutes les propriétés de l'albumine soluble, qui paraît effectivement dissoute à la faveur de quelques-uns de ces sels. Le tissu albumineux insoluble, forme la fibre musculaire qui peut être colorée ou incolore, selon les ordres des animaux.

Le tissu albumineux soluble forme la majeure partie de la masse cérébrale, du névrilème, du foie et des reins.

La découverte de M. Denis est une des plus importantes que la chimie ait faites depuis un grand nombre d'années; car, tout en avançant la science, elle l'a simplifiée.

Les tissus albumineux paraissent se former par la réunion des globules du sang.

Il existe encore plusieurs tissus animaux différens des précédens : tel est le tissu des cartilages, tant des animaux vertébrés, que des poissons cartilagineux, et le tissu des ligamens jaunes. L'épiderme est encore un tissu d'une nature particulière, mais qui a été peu étudié, il est formé de globules disposés d'une manière confuse. Les poils, les écailles, les plumes, les ongles et les cornes sont considérés aussi comme des tissus; mais leur organisation n'est pas bien évidente.

Tous les globules des tissus paraissent devoir leur origine à des liquides qui ont été divisés en particules très ténues, qui ont pris la forme sphéroïdale par l'action réciproque de leurs molécules, et qui se sont soldifiés ensuite.

La partie de la chimie qui traite des tissus organiques est fort peu avancée. On doit la considérer plutôt comme de la chimie appliquée à l'anatomie générale, que comme de la chimie proprement dite

---

Des Fluides organiques.

Je réunirai dans ce paragraphe tous les liquides qui se trouvent, tant dans les animaux, que dans les

végétaux. Les uns circulent et sont destinés à la nutrition, les autres s'amassent dans des cavités pour être rejetés au dehors, ou bien le sont immédiatement. Il en est qui remplissent des cellules, d'autres encore dont les fonctions ne sont pas très bien connues.

Chez les végétaux on trouve la sève; le cambium; les sucs propres; les huiles volatiles, qui sont enfermées dans des utricules; l'albumine qui se trouve dans des cellules, etc.

Chez les animaux on observe le sang, le chyle, la lymphe, la bile, le suc pancréatique, la salive, le lait, l'urine, etc.

La *sève* des végétaux, selon toute apparence, s'élève dans des vaisseaux, parvient jusqu'aux parties vertes, subit l'influence de l'atmosphère, et revient sous forme de cambium nutritif après avoir été modifiée, en perdant de l'eau par exhalation, et par la réaction des gaz atmosphériques. Elle pourrait être comparée au sang veineux, et le cambium au sang artériel des animaux. Elle renferme généralement une quantité considérable de sucre, de l'albumine, et des sels de natures très diverses, dont les bases dépendent de la nature du sol dans lequel les plantes croissent.

On a élevé des doutes sur l'existence du cambium, cependant il paraît réellement exister entre le bois et l'écorce des plantes exogènes. Il serait de la plus haute importance de pouvoir s'en procurer et de

l'examiner, tant à l'aide du microscope, que par tous les moyens que la chimie pourrait indiquer. En connaissant la composition de la sève, l'action de l'air sur les végétaux, et la perte qu'ils font par l'exhalation de l'eau, on pourrait peut-être arriver à trouver une théorie convenable de la formation de la fibre ligneuse.

Les *sucs propres* sont de natures très diverses; tantôt ils sont limpides et ne contiennent que des substances, soit *gommeuses,* soit *résineuses;* tantôt ils sont opaques et formés de diverses matières mélangées et tenues en suspension : on leur donne le nom de *sucs laiteux.*

Les gommes sont caractérisées par leur insolubilité dans l'alcool; par la faculté qu'elles ont de se dissoudre, ou de se ramollir et se développer dans l'eau, et par celle de donner de l'acide mucique par l'action de l'acide nitrique. Les élémens organiques des gommes sont l'*arabine,* la *cérasine,* qui sont isomères; la *bassorine;* mais il est une multitude de végétaux qui fournissent des gommes qui n'ont point été examinées, telle est la gomme d'acajou, celle des cactus, etc. Les gommes paraissent formées de cellules très dilatées et souvent déchirées, qui renferment des matières solubles ou très hygroscopiques. La gomme adraganthe est bien évidemment organisée et renferme des grains de fécule.

Les *résines*, telles qu'elles coulent des arbres, sont formées de divers principes réunis. Elles ont

une consistance très variable; celles qui sont molles sont généralement odorantes et contiennent une huile volatile. Les résines qui contiennent de l'acide benzoïque sont considérées comme des *baumes;* celles qui contiennent une assez grande quantité d'huile volatile, pour être molles et fluides, sont des térébenthines.

Les élémens organiques des résines sont très variables; ils sont solubles ou insolubles dans l'alcool, neutres ou acides; mais, dans tous les cas, ils sont ramollissables ou fusibles par la chaleur, et brûlent avec flamme. On trouve une relation de composition assez simple entre la plupart des résines élémentaires d'une même plante qui ont été analysées. L'étude chimique des résines est encore imparfaite et mériterait d'attirer l'attention de ceux qui sont à même de s'en occuper.

Les *sucs laiteux* sont, comme leur nom l'indique, des sucs qui ont l'apparence du lait, tels sont ceux des euphorbes, de l'arbre à la vache. Cependant, ce suc est quelquefois coloré en jaune comme ceux de la grande chélidoine, des guttifères et des hypéricées.

Tous les sucs laiteux sont formés d'une matière gommeuse dissoute dans l'eau et d'une matière insoluble, qui s'y trouve suspendue sous forme de globules. Cette matière peut être principalement formée de cire, comme dans les euphorbes, l'arbre à la vache, l'arbre à pain; ou bien elle est de nature rési-

neuse; comme dans les gomme-résines, ou bien elle est formée de caoutchouc, comme dans tous les arbres qui produisent cette substance.

On ne connaît pas les fonctions que les sucs propres remplissent dans les végétaux : on ne saurait dire si on doit les considérer comme des produits de sécrétions qui leur sont utiles, ou comme des matières excrémentitielles.

Les *huiles volatiles* sont jusqu'à présent toutes odorantes, et elles paraissent généralement formées de plusieurs matières dissoutes ou suspendues les unes dans les autres. Les beaux travaux de MM. Robiquet, Boutron, Liebig, et Woehler, sur l'huile d'amandes amères, indique assez l'importance qu'il y aurait à examiner attentivement les huiles volatiles des différens genres de végétaux. Mais les chimistes ne sauraient trop se mettre en garde contre les mélanges de diverses huiles, difficiles à séparer et qui sont la plupart du temps réunies en proportions très variables Sans cela ils s'exposent à beaucoup travailler pour ne rien produire. C'est ce qui est arrivé à la plupart de ceux qui se sont livrés à ces sortes de recherches.

Plusieurs huiles volatiles donnent dans plusieurs circonstances des réactions qui paraissent provenir de radicaux particuliers, tels sont le benzoïle, le camphène. Le cynnamyle admis par MM. Dumas et Péligot ne paraît pas appuyé sur des expériences incontestables; il faut espérer qu'ils s'en occuperont de

nouveau et qu'ils pourront lever tous les doutes qui ont été émis par M. Mulder.

Le *sang* des animaux supérieurs a été étudié à toutes les époques de notre histoire. Les médecins, les physiologistes, lui ont toujours prêté la plus grande attention. Une foule de chimistes s'en sont occupés et cependant son histoire laisse encore beaucoup à désirer; ce n'est que tout récemment qu'une observation faite par M. Denis a pu convertir en certitude des opinions qui étaient douteuses : c'est lui qui a fait voir que la fibrine était de l'albumine solide.

Le sang examiné au microscope paraît être formé d'un liquide transparent dans lequel nagent des globules de diverses apparences : les uns sont rouges, ce sont les plus nombreux; les autres sont incolores, et enfin il en est encore d'autres qui paraissent blanchâtres. Abandonné à lui-même, il se sépare en un liquide jaune-verdâtre dans lequel nage un caillot, qui est rouge dans l'état normal; mais il arrive souvent que la partie supérieure de ce caillot est rosée ou blanchâtre, et produit alors ce que les médecins appellent une couenne inflammatoire.

Les globules rouges sont formés d'albumine solide et de matière colorante; les globules incolores sont formés d'albumine solide, et les globules blanchâtres sont probablement formés de matières grasses, qui, toutefois, peuvent bien aussi se trouver dans les autres globules.

Le sérum est principalement formé d'albumine

dissoute, de diverses matières grasses et colorantes, d'eau et de sels.

Si l'on cherche à se rendre compte de la nature et de la formation du caillot, on voit qu'il est produit par le rapprochement des globules du sang. Effectivement, lorsqu'on en lave soigneusement une petite portion pendant dix à douze heures sous un filet d'eau, il devient incolore et l'on voit, à l'aide du microscope, qu'il est entièrement formé de globules réunis, qui lui donnent l'aspect d'une membrane séreuse. La couenne inflammatoire, lavée, est exactement dans le même cas. (1)

(1) Dans ces derniers temps, on a émis l'opinion qu'une partie du caillot du sang était dissoute dans le sérum, lorsqu'il était à l'état fluide, et qu'il se séparait ensuite par le repos. C'est sans doute en se fondant sur cette opinion qu'un des rédacteurs de la *Lancette française* a pu se croire suffisamment éclairé pour dire que j'avais commis une inexactitude, en expliquant la formation du caillot par la réunion de globules tout formés dans le sang. Je suis forcé de faire observer que ce rédacteur ne m'a pas prêté une attention suffisante, car il m'a fait dire que j'attribuais la formation de cette couenne aux globules opaques; que j'avais nié que la gélatine fût alimentaire ; que les globules se formaient dans l'estomac par l'action du suc gastrique, et je n'ai pas dit un seul mot de tout cela. J'ai attribué la formation de la couenne inflammatoire à des globules incolores, qui donnaient au sang une teinte rousse, visible, même dans le jet de la saignée. J'ai dit que la gélatine seule ne serait point nutritive, parce qu'il faudrait qu'elle contînt du phosphate de chaux, et qu'elle pût se transformer en globules. J'ai dit ensuite que cette transformation exigeait le concours de plusieurs substances immiscibles, et qu'elle se faisait principalement dans le duodénum, sous l'influence de la bile et du suc pancréatique.

Tout ce que j'ai avancé, je le tiens pour bien dit; car c'est le fruit d'une longue observation. Je n'ai pas rêvé les globules incolores : je les ai vus mille fois, alors que j'étais élève des hôpitaux et dans le service de M. Serres, où

On pensait généralement que les globules rouges du sang étaient formés d'un noyau de fibrine (albumine solide) recouvert d'une enveloppe d'hématosine. Tout récemment, M. Lecanu a émis l'opinion que la matière colorante du sang était comme feutrée dans les globules rouges. En examinant le sang des reptiles, particulièrement celui des batraciens, on serait conduit à adopter la première opinion plutôt que la seconde.

Les globules transparens ne sont pas toujours visibles au même degré, il peut même arriver qu'ils ne le soient que très difficilement ou pas du tout, lorsqu'ils offrent la même réfrangibilité que le sérum dans lequel ils nagent. Cette observation peut établir la concordance d'opinions très diverses, et qui paraissent en opposition.

On ignore absolument comment et à quelle époque l'albunmie se forme dans l'économie animale, à moins que l'on admette qu'elle provienne de celle qui se trouve toute formée dans les alimens. La chimie rendrait un grand service à la physiologie si elle pouvait éclaircir cette question.

je suis resté trois ans. Mais au moins que l'on ne me prête pas des opinions dont j'aurais à rougir. Je persiste à dire que les globules qui produisent le caillot et la couenne inflammatoire sont tout formés dans le sang, car ils y sont réellement. Comment voudrait-on qu'une matière fluide, homogène, se divisât d'elle-même en globules par le seul acte du repos? Où aller chercher une pareille opinion, quand le microscope indique des globules dans le sang liquide, et quand il les fait retrouver dans le caillot et la couenne inflammatoire?

Le *chyle* a été peu examiné. Il paraît contenir au moins une partie des élémens du sang, mais encore imparfait. On sait qu'il est blanc lorsqu'il contient des matières grasses provenant des alimens. Ces matières sont divisées mécaniquement sous forme de globules, et conduisent à penser par induction que tous les globules du corps des animaux sont produits par un même mode de formation, et que, comme j'ai déjà eu occasion de le dire, toutes les matières qui existent sous forme de globules sont primitivement liquides.

La *Lymphe* a encore été moins examinée que le chyle, par la difficulté que l'on éprouve à s'en procurer. Elle paraît devoir en grande partie son existence à l'albumine du sang veineux. Au moins la communication des vaisseaux lymphatiques et des veines a-t-elle été démontrée par M. Amussat pour les capillaires, et par M. Lippi, pour les gros troncs veineux.

La *bile* a depuis long-temps attiré l'attention des chimistes, et, quoi qu'ils aient fait, elle est toujours l'objet de nouvelles découvertes. Dans ce moment même, M. Demarçay en fait une étude approfondie. On ne connaît point encore le rôle exact qu'elle joue dans l'économie animale. Est-elle une matière excrémentitielle, ou bien est-elle appelée à exercer quelque fonction dans l'économie? Il est probable qu'elle remplit à-la-fois ces deux rôles. L'étude de sa formation éclaircirait plusieurs points de physiologie. On parviendra peut-être à en pénétrer le mys-

tère, en comparant les produits qui entrent dans le foie, tant par la circulation artérielle que par la circulation de la veine-porte, ce qui en sort, et ce qui reste sous forme de dépôt dans le foie et dans la vésicule biliaire; ainsi que j'ai eu occasion de le faire, lorsque j'ai concouru à l'Ecole-de-Médecine de Paris, pour obtenir le titre de professeur agrégé. On peut dire, à l'occasion de la sécrétion du foie, qu'indépendamment de l'action particulière qu'il peut exercer, et de l'influence électrique que l'on peut soupçonner, il est possible qu'il se fasse une véritable précipitation chimique par la réaction des deux sangs veineux et artériel.

L'*urine* entraîne avec elle une partie des matériaux qui n'ont pu servir à la nutrition, ou qui ont cessé de le faire après avoir été modifiés. Sa composition doit être excessivement variable, car elle doit renfermer toutes les matières solubles dans l'eau ou les produits de réactions encore inconnues, qui sont sans usages dans l'économie animale: c'est ainsi que l'on y trouve des acides végétaux combinés ou libres, et que les sels de ces acides donnent des carbonates. L'urine n'est cependant pas chargée de transporter au dehors toutes les matières solubles dans l'eau, qui sont introduites dans le corps des animaux, car jamais on n'a pu y trouver d'alcool : celui-ci paraît s'échapper par la transpiration pulmonaire.

C'est ici, peut-être, le lieu de faire remarquer que la nature a veillé à ce qu'il existât une espèce d'é-

quilibre entre les diverses fonctions du corps des êtres vivans; car il en est plusieurs qui paraissent complémentaires les uns des autres: c'est ainsi que semblent agir les transpirations pulmonaire et cutanée, et la sécrétion des urines : la sécrétion des urines augmente rapidement aussitôt que la transpiration cutanée est diminuée par le refroidissement, ou que la transpiration pulmonaire ne s'exerce qu'imparfaitement à cause de l'introduction d'une quantité considérable d'un gaz irritant dans les poumons.

Les excrémens solides et gazeux varient aussi beaucoup, selon la nature des alimens. C'est ainsi que les excrémens de chiens qui ne vivent que d'os, sont presque entièrement formés de phosphate de chaux. La nature s'approprie tout ce qui lui convient et rejette au dehors tout ce qui lui est inutile.

Si la chimie était plus avancée, on devrait pouvoir, dans un système de physiologie bien fait, représenter la nutrition par une vaste équation dont le premier membre représenterait les alimens, et le deuxième membre, les produits assimilés et les excrémens. Mais nous sommes encore loin d'un pareil résultat.

Plusieurs fluides des animaux, différens de ceux qui précèdent, ont été examinés. Mais leur étude est peu avancée et ne peut encore présenter tout l'intérêt que l'on desirerait y trouver.

III.

Dans ce paragraphe, j'ai l'intention de m'occuper de quelques faits généraux qui s'offrent à nous dans l'étude des phénomènes chimiques que présentent les corps organiques, tels que les fermentations; l'action de la chaleur, de l'électricité, de la lumière, des acides, des bases, etc.

Fermentations.

Les corps organiques placés dans certaines circonstances subissent une altération profonde qui modifie l'ordre de combinaison de leurs élémens, et donne naissance à des nouveaux produits. Les altérations qui ont lieu à une température peu élevée, ont reçu le nom de fermentation, soit par la nature des produits altérés, soit par la nature des produits formés. On avait remarqué que des substances végétales abandonnées à elles-mêmes, subissaient des modifications successives, qui, arrêtées à certaines époques, permettaient de distinguer la fermentation vineuse, la fermentation acéteuse et la fermentation putride. Tous les traités de chimie de l'époque actuelle donnent la description de ces espèces de fermentations.

La *fermentation vineuse* a lieu lorsque du sucre liquide ou du sucre mamelonné dissous dans l'eau donne naissance à de l'acide carbonique et à de l'alcool, sous l'influence d'une matière azotée globuliforme, et sous celle d'une température déterminée et dont les limites sont très rapprochées. Le sucre de canne passe pour être susceptible d'éprouver la fermentation vineuse; mais il ne l'éprouve réellement que lorsqu'il a été transformé en sucre liquide incristallisable $C^{12}H^{24}O^{12}$, qui se transforme en acide carbonique et en alcool $4\,(CO^2+C^2H^6O)$. Le sucre mamelonné, indépendamment de l'alcool et de l'acide carbonique, donne de l'eau ainsi que la formule suivante le démontre : $3\,(C^8H^{18}O^9)=8CO^2+8C^2H^6O+3H^2O$.

En recueillant tout l'alcool et tout l'acide carbonique qui sont produits dans la fermentation des sucres, on n'a jamais pu en trouver la quantité que la théorie indique : cela tient à ce qu'une partie du sucre se transforme en acide lactique, qui est isomérique avec le sucre liquide incristallisable, par une simple modification dans l'arrangement de ses élémens.

Une partie du ferment se transforme en une matière insoluble qui ne contient pas d'azote. Pendant long-temps, on a ignoré ce qu'était devenu cet azote : M. Dubrunfaut a vu qu'il se formait de l'acétate d'ammoniaque. Il est probable, d'après ce que je viens de dire dit, que ce n'est point de l'acétate, mais bien

du lactate d'ammoniaque qui se produit dans cette circonstance.

On a cherché mille théories pour expliquer la fermentation. Stahl pensait qu'elle était due à une collision des parties, qui changeait l'ordre de leur arrangement. On a considéré les globules comme des animalcules. On a pensé qu'elle était due à l'électricité. M. Thenard l'a rapprochée du phénomène que présente la décomposition du bi-oxide d'hydrogène, lorsqu'il se décompose sous l'influence de corps qui ne se combinent ni avec lui, ni avec ses élémens.

Tout ce que l'on peut dire, c'est que la fermentation est essentiellement due à la présence du ferment, car la filtration suffit pour l'arrêter immédiatement, et il en est de même de tous les corps qui exercent une action énergique sur les globules du ferment, tel que l'alcool, en quantité assez considérable.

La *fermentation acéteuse* a été moins étudiée que la fermentation vineuse; cependant, on sait qu'elle peut avoir lieu dans deux conditions bien différentes : 1° par l'action de l'oxigène de l'air sur l'alcool; 2° par un changement isomérique dans l'arrangement des molécules de sucre liquide incristallisable. Dans le premier cas on a : $2\ (C^2H^6O) + 4\ O = C^4H^6O^3,\ H^2O + 2\ H^2O$; dans le second, on a : $C^{12}H^{24}O^{12} = 3\ (C^4H^6O^3,\ H^2O)$. La cause qui détermine cette fermentation est aussi inconnue que celle qui détermine la fermentation vineuse. On sait, toute-

fois, que la présence du vinaigre déjà formé la favorise beaucoup.

La *fermentation putride* offre des phénomènes très compliqués et très variables, qui dépendent de la nature des élémens des corps organisés et des circonstances dans lesquelles ils se trouvent. On sait que l'humidité et une certaine température sont des conditions essentielles pour qu'elle puisse avoir lieu.

Si l'on peut donner le nom de fermentation à tous les phénomènes dans lesquels la nature des matières se trouve changée sans qu'on en connaisse la cause, on est forcé d'en reconnaître un grand nombre. C'est ainsi que l'on est conduit à admettre la *fermentation saccharine*, par laquelle le ligneux et l'amidon peuvent être transformés en sucre mamelonné; la *fermentation visqueuse*, dans laquelle le sucre se transforme en une matière d'une viscosité telle qu'elle est sans exemple. Cette fermentation a été étudiée par M. Desfosses. La matière visqueuse l'a été par M. Mathieu de Dombasle, et par M. Pelouze qui a trouvé qu'elle était isomère avec le sucre. Dans cette fermentation, il se produit souvent de la mannite, et il se dégage de l'hydrogène en même temps que de l'acide carbonique; mais en proportions variables. Fourcroy avait admis une *fermentation colorante*, dans laquelle apparaissent plusieurs matières colorées qui étaient invisibles auparavant, comme dans la préparation de l'indigo. On a aussi parlé de

la *fermentation panaire;* mais cette dernière espèce se compose de la fermentation saccharine, et de la fermentation vineuse.

De l'action de la chaleur sur les matières organiques.

Tous les corps ne peuvent exister que dans certaines limites de température et de pression. Aussitôt que l'on dépasse ces limites, l'équilibre moléculaire est troublé, et les parties constituantes des molécules prennent un nouvel arrangement qui leur permet d'exister dans les circonstances où on les a placées.

Quand un corps se décompose sous l'influence de la chaleur, les nouvelles combinaisons qui se produisent dépendent toujours de la température à laquelle on opère, de la nature des élémens du corps, et de l'action réciproque de ses élémens.

C'est ainsi que la théorie corpusculaire nous permet de nous former une idée de la multitude des produits que les substances organiques donnent lorsqu'on les soumet à une température graduée, et de plus en plus élevée.

De l'action des agens chimiques sur les corps organisés.

L'action que les agens chimiques peuvent exercer sur des corps organiques est excessivement variable.

Je ne m'occuperai ici que de celle des acides, et de celle des bases.

Il est difficile de généraliser les faits que l'on a observés; cependant on ne peut s'empêcher de remarquer que ces corps qui offrent des propriétés si différentes, que tous les chimistes les considèrent comme antagonistes, donnent finalement lieu à des réactions semblables; seulement, quand il se forme des acides, ils donnent naissance à des sels en s'unissant aux alcalis; tandis qu'ils demeurent libres quand ils sont produits par l'action des acides. Je citerai à l'appui de cette observation, que l'acide nitrique et la potasse peuvent, chacun en particulier, donner naissance à de l'acide oxalique, sous l'influence de la chaleur. Ce n'est pas là le seul fait de ce genre: M. Malaguti a vu que l'action de la chaleur transformait le sucre dissous en sucre incristallisable, en acide ulmique et en acide formique; la plupart des acides et les alcalis donnent lieu à la même réaction.

On ne pourrait affirmer que les acides et les alcalis se comporteraient de même dans toutes les circonstances; mais j'ai signalé ces faits parce qu'ils sont dignes de toute l'attention des chimistes et des physiciens.

IV.

De l'analyse organique.

L'analyse organique se divise en deux parties bien distinctes : l'une d'elles indique les moyens que l'on peut employer, pour reconnaître et séparer les corps qui se trouvent tout formés dans les êtres organiques; l'autre détruit les produits définis, pour déterminer leurs composition élémentaire. Delà l'*analyse immédiate* et l'*analyse élémentaire* ou *ultime*.

L'*analyse immédiate* des corps organiques diffère fondamentalement de celle des corps inorganiques : elle tend à séparer des corps tout formés, qui ne sont que mélangés; tandis que cette dernière détruit jusqu'aux molécules elles-mêmes; seulement je dois dire, que depuis peu de temps, M. Berthier a soumis divers feldspaths à des agens dissolvans, qui les attaquaient successivement; ce qui n'est pas sans analogie avec l'analyse immédiate.

Lorsque l'on procède à l'analyse immediate d'une substance, on est dans l'habitude de la traiter successivement par différens dissolvans, que l'on nomme *neutres*, tels que l'eau, l'alcool, l'éther hydrique, l'huile volatile de thérebenthine, le naphte, etc.

On sait qu'il n'est pas indifférent de commencer par tel ou tel autre dissolvant, et l'on ne peut sou-

vent arriver à des résultats convenables qu'après les avoir essayés successivement et en suivant un ordre différent à chaque fois.

Les observations remarquables qui ont été faites par MM. Robiquet et Boutron, sur les amandes amères et la semence de moutarde, ont démontré que ces agens n'étaient point aussi neutres qu'on l'avait pensé d'abord: en effet, pourquoi les élémens de l'eau, qui se divisent si souvent sous l'effet de la moindre influence de corps inorganiques, n'agiraient-ils pas de la même manière sur les principes immédiats?

Les acides, les alcalis, les sels, sont également employés dans ce genre d'analyse; mais on ne les fait habituellement intervenir, que lorsqu'on a pu obtenir le plus de renseignemens possibles, à l'aide des dissolvans neutres.

On doit à M. Chevreul un procédé pour séparer, à l'aide d'un seul liquide, deux substances qu'il peut dissoudre en proportions différentes. Ce procédé consiste à les traiter d'abord par une quantité de liquide trop faible pour les dissoudre entièrement, à le séparer, à en ajouter de nouveau, et ainsi de suite. La première liqueur contient la majeure partie du corps le plus soluble et une faible proportion du corps le moins soluble. La dernière liqueur, au contraire, contient presque tout le corps le moins soluble et très peu de celui qui l'est davantage.

C'est surtout dans cette partie de la chimie orga-

nique que l'usage du microscope devient précieux. Il peut donner des renseignemens que l'on n'obtiendrait même par aucun autre moyen ; cela se concevra surtout dans le cas où il s'agira de substances insolubles et incristallisables; car il pourra servir pour démontrer si elles sont homogènes ou si elles sont formées de diverses matières également insolubles. C'est en pareille circonstance, que M. Raspail a démontré que l'hordeïne de Proust était une substance très complexe et formée des débris de différens tissus.

Le microscope, en faisant connaître la structure des corps, peut encore servir pour rendre compte de phénomènes, que la chimie tendrait vainement à expliquer. J'ai taché de démontrer cette application en parlant de la fécule, dont l'histoire avait été rendue, pour ainsi dire inextricable par les chimistes. On peut même à l'aide du microscope entreprendre l'analyse immédiate d'une substance formée de matières connues; car, en considérant bien ce genre d'analyse, on voit qu'il consiste en de simples déterminations et qu'il ne s'agit, par conséqnent, que de dire les noms de plusieurs substances qui se trouvent mélangées. Le seul aspect des formes, la position relative des tissus, les cristallisations qui s'opèrent par évaporation, donnent déjà des indications, que l'on peut étendre beaucoup plus lorsque l'on fait intervenir des réactifs chimiques sur le porte-objet du microscope, et que l'on opère à des température que l'on peut faire varier à volonté. C'est ainsi que l'iode

est employé pour reconnaître l'amidon, que l'alcool et les acides coagulent l'albumine, que l'alcool et l'éther dissolvent les matières résineuses et quelques matières grasses, que les sels de sesqui-oxide de fer indiquent le tanin, etc. On voit donc par ce court examen que, toutes les fois que dans une anslyse, on n'a pas l'intention de séparer les principes immédiats pour les recueillir et les étudier, mais, simplement de les déterminer, le microscope suffit presque entièrement. Mais il ne faut pas non plus s'abuser, c'est là que se borne le rôle qu'il est appelé à remplir. Il peut bien servir pour étudier les modifications que subissent les tissus organiques, mais il ne suffit pas pour approfondir les réactions que leurs élémens peuvent éprouver, ou, au moins, s'il peut faire reconnaître les produits des transformations, on n'est jamais assuré de les connaître complétement; car, ne pouvant servir pour indiquer le rapport des élémens, on ne peut appliquer le principe de M. Chevreul, que j'ai rapporté page 14.

L'*analyse élémentaire*, ainsi que je l'ai dit, a été tentée d'abord par Lavoisier; mais c'est à MM. Gay-Lussac et Thenard que l'on doit de l'avoir réalisée. Depuis cette époque, on a beaucoup varié les procédés dont on a fait usage pour ce genre d'analyse; mais tous se réduisent à brûler des substances pour les réduire en eau et en acide carbonique, et en azote, quand elles renferment ce dernier corps. MM. Gay-Lussac et Thenard brûlaient les substances à

l'aide du chlorate de potasse dans une cornue d'une forme toute particulière et concluaient sa composition du volume du gaz produit et de la quantité du gaz carbonique qu'il contenait. M. Berzélius mêlait la substance à analyser avec du chlorate de potasse et du sel marin fondus, et les chauffait ensemble dans un tube, recueillait l'eau produite, dans du chlorure de calcium, et déterminait la quantité d'acide carbonique par son volume ou par son poids, en l'absorbant par la potasse. M. Gay-Lussac fit usage d'un procédé fort ingénieux, qui consistait à brûler la substance par l'oxide de cuivre et à recueillir les gaz en les laissant en communication libre avec le tube dans lequel il opérait la combustion : l'augmentation de volume du gaz indiquait la quantité d'acide carbonique formé ; la perte de poids éprouvée par le tube contenant le mélange, moins celui de la substance à analyser, donnait le poids de l'oxigène fourni par l'oxide pour produire l'acide carbonique et l'eau, s'il y avait lieu ; en cherchant la quantité d'oxigène employé pour produire l'acide carbonique et la comparant avec celle qui avait été enlevée à l'oxide de cuivre, on voyait si cette perte avait été employée à produire de l'eau. M. Gay-Lussac brûlait également les substances azotées par l'oxide de cuivre et recueillait les gaz produits pendant la combustion, après en avoir perdu une certaine quantité pour chasser l'air du tube ; il déterminait le volume total du gaz et il absorbait alors l'acide carbonique par de la potasse : le

reste était l'azote. Connaissant le rapport des volumes des deux gaz, il trouvait facilement celui du poids de l'azote au poids du carbone. Prout brûlait aussi ces matières par l'oxide de cuivre en opérant dans le gaz oxigène. M. Liebig a imaginé un petit appareil fort ingénieux, auquel on a donné son nom, qui permet de recueillir l'acide carbonique et de le peser. Depuis cette époque on s'en sert généralement. A l'aide de cet appareil, on peut opérer sur un poids de substance beaucoup plus considérable qu'en faisant usage des précédens, et une bonne balance peut donner des indications suffisantes. L'azote se détermine par un procédé à part. Pour cela, on fait le vide dans les tubes, on chasse les dernières portions d'air par l'acide carbonique dégagé en chauffant un carbonate, et l'on recueille les gaz dans une éprouvette contenant une dissolution de potasse concentrée; on en chasse les dernières portions par de nouvel acide carbonique, l'azote est alors isolé, et l'on conclut son poids de son volume.

Je n'ai rapporté tant de procédés que pour faire remarquer que tous, sans exception, avaient donné des résultats exacts lorsqu'ils avaient été maniés habilement. Il est même à remarquer que les meilleurs résultats sont ceux que l'on a trouvés sans s'inquiéter d'aucune espèce de théorie. Je crois devoir faire ici une remarque importante, c'est que le procédé de MM. Gay-Lussac et Thenard, et celui de M. Prout, sont les seuls qui offrent un moyen de vérification

par le volume de l'oxigène après la combustion, et qu'il serait utile, dans la plupart des cas, de déterminer le rapport de l'oxigène à l'hydrogène par des procédés du même genre; car la quantité d'oxigène ne se conclut, dans les procédés actuels, que par la différence des poids de carbone et de l'hydrogène, au poids de la substance analysée.

M. Persoz a fait connaître, depuis peu de temps, un nouveau procédé qui jouirait de cet avantage, et qui consiste à brûler les substances par le sulfate de mercure. Je m'abstiendrai d'en parler plus au long parce que l'on n'a pas de résultats qui permettent de l'apprécier.

Quand on a fait une analyse, on la soumet au contrôle de la capacité de saturation, si la substance analysée est acide ou basique, et à celui de la densité de vapeur, si elle est volatile. Lorsque le poids moléculaire chimique des substances est très considérable, il peut être plus important de le soumettre à une foule de réactions que l'on met en équations pour voir si la composition trouvée permet de les représenter toutes.

Des lois de la chimie organique.

Depuis quelques années, la chimie organique a acquis plusieurs lois qui méritent toute notre attention, et s'il faut en croire le dernier prospectus de M. Du-

mas, nous devons nous attendre à pouvoir en faire prochainement une ample moisson; car il doit publier avant quatre ans d'ici, *ces lois simples, régulières et si belles, que l'expérience lui a dévoilées depuis quelques années, et qui lui permettent d'imiter dans ses* nombreux *laboratoires, les mystères de la végétation, les mystères de la vie animale, qui se sont dévoilés à ses yeux.* Nous pouvons espérer qu'il nous montrera cette précieuse *clef de toutes ces modifications de la matière, si promptes, si brusques, si singulières, qui se passent dans les animaux ou les plantes.* (1)

En attendant, si nous pouvons juger de l'avenir par le présent, nous devons être encore bien loin d'atteindre ce but desirable, car je ne vois rien dans les opérations d'un laboratoire qui ressemble à celles de la nature organique. En effet, en admettant, ce qui est, que l'on peut dans un laboratoire transformer des produits organiques, et s'en procurer de semblables à ceux que l'on rencontre chez les êtres vivans, cela veut-il dire que les procédés soient les mêmes, et qu'une opération qui a été faite dans une cornue à plus de 100°, température à laquelle la vie cesse et ne produit rien, soit comparable à ce qui se passe chez un animal ou un végétal?

Et quels sont ces produits? qu'ont-ils d'organiques? si ce n'est une origine fort éloignée. Ne sont-ce

(1) Note sur l'état actuel de la chimie organique, par MM. Dumas et Liebig. *Répertoire de chimie*, t. II, p. 97.

pas toujours des corps cristallisables, ou liquides, ou amorphes, qui ne présentent pas la moindre trace d'organisation?

Est-il possible qu'à une époque comme la nôtre, où les sciences physico-chimiques possèdent un grand nombre de faits si bien observés, où l'histoire naturelle à suivi les dernières traces de l'organisation à l'aide du microscope; est-il possible, dis-je, que l'on rencontre des hommes aussi haut placés et assez peu sensés, pour chercher à attirer l'attention par de pareilles hallucinations?

Mais quelles sont donc les lois que l'on nous a fait connaître? Si je devais m'en rapporter à leur texte, je ne les trouverais nulle part; car si ce sont des lois, ce n'est bien certainement que parce qu'on leur a donné ce nom, ou parce que l'on a adopté pour elles une définition toute particulière qui ne serait pas de nature à donner une opinion bien élevée de la chimie organique, si l'on ne pouvait espérer quelque chose de mieux et de plus général.

Si l'on cherche ce que c'est qu'une loi, Montesquieu nous dit : *Les lois sont les rapports nécessaires qui dérivent de la nature des choses.* Si on veut voir comment Newton, Képler, Mariotte, ont compris ce que devait être une loi physique, on trouve en examinant leurs immortels travaux, on trouve, dis-je, que ces lois doivent exprimer *la relation constante qui existe entre deux ordres de choses.* C'est ainsi que Képler, Newton, Mariotte, ont su les enchaîner en

liant le temps de la révolution des astres, l'action qu'ils exercent les uns sur les autres, avec leur distance ; le volume de gaz, avec la pression qu'ils subissent.

Ce n'est que lorsqu'on a saisi ce lien qui réunit deux ordres de faits, qu'on a pu le réduire en formule simple, intelligible et non sujette à équivoque, que l'on a trouvé une loi. Ceci est aussi bien fondé sur la définition générale de Montesquieu, que sur celle que l'on peut déduire des travaux des hommes célèbres que je viens de citer.

La nature n'est pas si facile à saisir, elle n'abandonne pas ses secrets avec assez de profusion pour que l'on puisse à chaque instant trouver les lois qui la régissent. On ne peut excuser ceux qui en ont tout récemment proposé un si grand nombre qu'en admettant qu'ils ignoraient complètement ce que l'on peut entendre par le mot *loi*.

Trouver qu'un petit nombre de faits se ressemblent par quelques points de contact, ce n'est point trouver une loi; c'est rencontrer une généralité qui peut être en défaut dans un grand nombre de circonstances. Si ces généralités étaient aussi larges qu'on peut le desirer, si elles embrassaient tous les faits connus, on serait encore heureux de les posséder; elles pourraient tenir lieu de lois, en attendant qu'on les découvrît. Mais on ne peut dire cela des lois que l'on nous a annoncées ; elles sont étroites, mesquines, superficielles, erronées; elles ne sont

que des démembremens de faits beaucoup plus généraux. C'est ainsi que les équivalens et l'isomorphisme, ont été exploités tour-à-tour, et transportés par lambeaux dans la chimie organique.

Je ne m'éleverais point contre ces faits, si je ne pouvais à l'instant même prouver tout ce que j'avance, et si je ne voyais qu'ils nuisent à la science de mille manières, en enflant la réputation de certains individus, et en privant les autres des moyens qui pourraient les mettre à même de travailler.

J'ai déjà eu l'occasion, page 52, de démontrer que la loi relative à quatre acides végétaux était mal exprimée ; maintenant je dis plus, elle n'a fait qu'obscurcir ce point des équivalens et de l'isomorphisme bien entendu : plusieurs corps peuvent se remplacer dans une même molécule, équivalens pour équivalens, sans que l'ordre de cette molécule soit changé. C'est ainsi que dans les carbonates rhomboédriques, le fer, le calcium, le manganèse, le magnésium, etc., peuvent se substituer les uns aux autres.

Les règles des substitutions, indiquées par M. Dumas, sont dans le même cas et ne sortent en rien de la théorie des équivalens qui existait long temps avant lui dans le domaine de la chimie minérale. Il suffirait d'en citer le texte pour qu'on en fût convaincu.

« 1° Quand un corps hydrogéné est soumis à l'action déshydrogénante du chlore, du brôme, de

l'iode, de l'oxigène, etc., et, par chaque atome d'hydrogène qu'il perd, il gagne un atome de chlore, de brôme ou d'iode, ou un demi-atome d'oxigène;

2° Quand le corps hydrogéné renferme de l'oxigène, la même règle s'observe sans modification;

3° Quand le corps hydrogéné renferme de l'eau, celle-ci perd son hydrogène sans que rien le remplace, et à partir de ce point, si on lui enlève une nouvelle quantité d'hydrogène, celle-ci est remplacée comme précédemment. » (1)

Le premier et le deuxième paragraphes n'indiquent-ils pas une même molécule dans laquelle se substituent plusieurs corps équivalens?

Le troisième parapraphe, dont M. Dumas a fait une application tout récemment encore dans l'avant-dernière leçon qu'il a faite à l'école de médecine, exprime une erreur de jugement, et a déjà été frappé du ridicule qu'il ne pouvait éviter. En effet, pour l'adopter, il faudrait admettre que l'oxigène pût décomposer l'eau. C'est ce qui aurait lieu dans les exemples mêmes qui sont indiqués par M. Dumas. Ainsi, selon lui, l'acide oxalique C^2O^3, H^2O, traité par l'acide nitrique, se décomposerait de telle manière que l'oxigène de l'eau se porterait sur le carbone, et que celui de l'acide nitrique serait employé à décomposer l'eau. M. Dumas a même dit dans la première leçon qu'il a faite dans le concours actuel, que les modifications successives que le sucre éprouvait sous l'in-

(1) *Traité de chimie appliquée aux arts*, t. V, p. 99.

fluence de l'acide azotique, pouvaient être exprimées par une loi qui indiquait qu'il perdait successivement deux atomes d'hydrogène. Ce point de vue coïncide avec quelques faits, mais il ne permet pas de comprendre comment l'oxide oxalique cristallisé, au sein même de l'acide azotique, contient, relativement au carbone, plus d'hydrogène que le sucre lui-même : effectivement,

Acide oxalique cristallisé.		Sucre cristallisé.		
$6\,(C^2O^3, 3\,H^2O)$	$=$	$C^{12}H^{22}O^{11}$	$+\,O^{25}$	$+\,H^{14}$

Mais que prouve cette égalité, si ce n'est que cette loi est loin de peindre les phénomènes, puisqu'on voit ici par le surcroit d'oxigène du deuxième membre, qu'il a dû être employé à faire de l'acide carbonique, même avant la production complète de l'acide oxalique.

On ne peut réellement comprendre comment M. Dumas a pu s'abuser jusqu'au point de croire que la théorie des substitutions fût particulière à la chimie organique, lorsque avant lui j'avais défini les équivalens de cette manière : « On donne les noms de nombres proportionnels ou d'équivalens chimiques à ces nombres, exprimant des quantités de matières qui peuvent se *substituer* les unes aux autres, pour former des combinaisons différentes. On voit, dans l'exemple suivant, une manière très facile de représenter cette *substitution* (1)....... » On voit, par

(1) Introduction à l'étude de la chimie, p. 21.

cette définition des équivalens, que mes observations ne sont point *traînées à la remorque.*

Quoique plusieurs aperçus de la chimie organique puissent être saisis d'une manière plus ou moins générale, il n'est pas moins vrai que l'on est obligé d'avouer qu'aucune loi connue ne peut les enchaîner.

Après tout, que seraient ces lois décousues dont le nombre deviendrait aussi grand que les faits observés, et à quoi pourraient-elles servir?

La nature, quoique difficile à saisir, au moins pour ceux qui ne s'abusent pas, semble nous promettre des lois plus simples, qui nous donneront une toute autre idée de sa grandeur.

Des Théories de la Chimie organique.

Depuis quelques années, on a publié plusieurs théories qui présentent de l'intérêt. Les unes sont générales, ou comprennent l'ensemble de la chimie; les autres sont spéciales, ou ne s'appliquent qu'à une partie de cette science, ou même, qu'à un très petit nombre de faits.

Les théories générales ont été publiées par M. Gaudin, par M. Persoz et par moi-même.

Les théories spéciales l'ont été par M. Laurent, qui les a appliquées à l'ensemble de la chimie organique; par M. Dumas, qui n'a considéré que des cas particuliers.

M. Gaudin a cherché à voir quel pouvait être l'arrangement possible de divers atomes qui concourent à la formation d'un composé quelconque. Il a principalement été guidé par l'idée de les tenir en équilibre en leur donnant une position relative, symétrique ou régulière. Dans un très petit nombre de cas il a fait des applications de ses recherches à la forme réelle des cristaux, telle que nous pouvons l'observer, On peut conclure de son travail que, dans tous les cas, il a été obligé de détruire les molécules déjà formées pour en faire des nouvelles en les combinant.

La nature vous donnant des corps cristallisés sous des formes constamment déterminables, la combinaison des élémens connus, se faisant toujours en proportions définies, il était rationnel de chercher si l'on ne trouverait pas quelque lien qui pût faire coïncider les proportions définies de la chimie et la cristallographie, en se fondant sur la théorie corpusculaire. Aussi, ai-je fait une foule d'efforts pour trouver ce lien et j'ai pu, par des voies différentes de celles qu'avait suivies M. Gaudin, arriver exactement aux mêmes conséquences.

Croyant que les résultats que j'avais trouvés pourraient être utiles à la chimie, j'ai publié une introduction à l'étude de cette science, dans laquelle j'ai émis cette nouvelle théorie, en l'opposant à celles qui étaient admises. Cette théorie a été combattue par M. Bussy, par M. Dumas et par M. Thenard. Ils n'ont pu alléguer un seul fait qui pût la renver-

ser. Seulement, tous leurs raisonnemens se sont bornés à ceci : nous avons l'habitude de nous servir d'une chose qui nous convient, et nous n'avons pas l'intention de la changer ; donc, vos opinions sont nuisibles à la chimie.

Lorsque je publiai cet ouvrage, j'avais une profonde vénération pour la loi de MM. Dulong et Petit, qui établissait la relation des chaleurs spécifiques et des poids moléculaires d'un assez bon nombre de corps simples. Aussi éprouvai-je un desir ardent d'étudier les chaleurs spécifiques des corps composés, pour voir si elles ne conduiraient point à quelques résultats qui permissent de juger la question. Depuis cette époque, Newmann a publié ses nombreux travaux, et j'ai rassemblé soigneusement toutes les chaleurs spécifiques qui ont été publiées par Avogadro, Despretz, etc.; moi-même, j'en ai ajouté quelques-unes. Ces nombreuses *chaleurs spécifiques* m'ont permis de conclure que *les chaleurs spécifiques des corps composées sont réciproques à leurs poids moléculaires.* Sur cent soixante chaleurs spécifiques que j'ai dans les mains, il y en a plus de cent qui coïncident exactement avec cette loi.

Cette loi, qui paraît générale, et qui lie la physique avec la chimie, conduit à cette conséquence, à laquelle Avogadro était arrivé dès 1813, en considérant les combinaisons des corps gazeux, *que les molécules des corps se divisent dans l'acte de la combi-*

naison, et que les poids moléculaires chimiques sont toujours des multiples des poids réels des molécules. Or, s'il en est ainsi, les chimistes ne peuvent plus venir nous opposer leurs formules de convention, lorsqu'il s'agit de chercher la constitution des corps.

Cette loi, qui, confondue avec celle de MM. Dulong et Petit, peut n'en plus faire qu'une seule, démontre que ce que les chimistes appellent atome, est un groupe moléculaire divisible, parce que les corps simples eux-mêmes se divisent en se combinant, tout comme le font les corps composés.

Cette loi conduit encore à cette conséquence : que des corps composés peuvent être isomorphes avec des corps simples, parce que les molécules des uns et des autres peuvent être devenues du même ordre après s'être divisées en se combinant; ainsi, une demi-molécule de soufre et une demi-molécule de plomb peuvent donner une molécule de sulfure de plomb, isomorphe avec ce métal lui-même, ainsi l'électrum des minéralogistes, formé d'or et d'argent; l'amalgame, formé de mercure et d'argent, sont isomorphes avec ces métaux.

Il résulte encore de cette loi que tous les groupemens obtenus par M. Gaudin et le petit nombre de ceux que j'ai proposés, ne sont point en rapport avec la nature des choses. Mais elle ne détruit nullement cette opinion, que les molécules des corps bibinaires ne renferment pas des molécules binaires toutes formées. Elle semble, au contraire, la confirmer.

M. Persoz ayant trouvé des anomalies dans la théorie des atomes et dans l'isomorphisme, a proposé une nouvelle théorie, dans laquelle il suppose tous les corps réduits en vapeur, et cherche alors la manière dont ils doivent former les combinaisons. Cette théorie, qui n'est pas admissible dans le fait, ne représente pas moins une vaste théorie dans laquelle les molécules sont substituées aux atomes, et nous coïncidons sur ce point.

Depuis long-temps, j'avais fait l'observation que j'ai publiée page 62; aussi ne manquai-je pas d'en parler à M. Persoz, aussitôt qu'il m'eut donné communication de sa théorie avant de l'avoir publiée. Ainsi, tant par ses travaux que par les miens propres, je suis demeuré convaincu, que ce sont les équivalens et non point les atomes qui sont isomorphes.

M. Laurent a publié une théorie qui comprend l'ensemble des faits de la chimie organique. J'en rendrai compte en peu de mots. Il admet des radicaux dans lesquels la quantité de carbone est invariable, et dans lesquels au contraire, l'oxigène, l'azote, les chloroïdes, peuvent se remplacer équivalens pour équivalens. Il admet ensuite qu'un radical déterminé peut se combiner avec un, deux, trois équivalens d'un autre corps; tel que l'oxigène, le chlore, etc. qu'il dit alors en dehors du radical.

M. Dumas et M. Liebig ont prouvé depuis longtemps par leurs travaux, qu'ils admettaient des ra-

dicaux; mais ils n'ont point, comme M. Laurent, résumé leurs opinions en théories générales.

Sans même se livrer à un examen bien attentif, on doit voir que, dans la théorie corpusculaire, un radical et une molécule sont synonymes. Ainsi donc, la chimie organique rentre par ses théories les plus générales dans les mêmes théories de la chimie inorganique.

Il n'y a plus qu'une question à examiner pour savoir si elle diffère de la chimie minérale, ou s'il n'existe qu'une seule chimie qui serait la chimie générale. Cette question est celle-ci : les molécules dites en dehors du radical, par M. Laurent, sont-elles réellement en dehors de ce radical, ou bien réunies avec lui, forment-elles une nouvelle molécule de la même nature que le radical lui-même? Or, nous avons vu que le soufre, et l'on peut en dire autant de l'oxigène, du chlore, etc., en s'unissant à un métal, forment une molécule semblable à celle du métal lui-même, par la division qui s'opère dans l'acte de la combinaison; on doit donc conclure, pour être conséquent, que la molécule de l'oxide d'un radical, est une nouvelle molécule dans laquelle le radical a été probablement divisé, et qui pourrait elle-même servir de radical à de nouvelles combinaisons. Nous verrons tout-à-l'heure que le mot radical substitué à celui de molécule, n'a pas d'autre origine que celle d'une classification des corps, particulière, et sous-entendue.

Il résulte de ce qui précède, que les molécules de la chimie minérale sont comparables à celles de la chimie organique, et qu'il s'opère des substitutions, aussi bien dans les unes que dans les autres.

La différence réelle qui existe entre la chimie organique et la chimie minérale, considérées sous ce point de vue, est la multitude d'atomes élémentaires entrant dans une molécule qui peut, à l'égard des molécules d'une autre nature, jouer un rôle comparable à celui des corps réputés simples.

Lorsque je me suis occupé des lois de la chimie organique, je n'ai point parlé de celles que M. Laurent avait données à l'appui de sa théorie, parce que je devais, ainsi que je l'ai fait, m'en occuper dans ce paragraphe. Ces lois ne sont rien autre chose que des propositions générales, qui exigent même chacune une démonstration.

M. Dumas a publié plusieurs théories relatives à quelques groupes de corps. Ces théories sont trop restreintes pour que je m'en occupe ici. Toutefois, tout ce qui a été dit dans ce paragraphe et dans le précédent, leur est entièrement appliquable. La théorie des amides seulement ne peut y être comprise. On sait que les corps que M. Dumas a nommés *amides*, peuvent être représentés généralement par un sel ammoniacal anhydre, qui aurait perdu les élémens d'une molécule d'eau, aux dépens de ceux de l'ammoniaque et de l'acide. Cette théorie, ainsi que M. Dumas le dit lui-même, ressemble parfaitement à

celle des chlorures et des hydrochlorates, qui était connue depuis très long-temps, et ne présente rien de particulier.

Classification.

Si l'on cherche à grouper les corps dans l'état actuel de la chimie, on voit que toutes les classifications se réduisent à deux genres principaux : 1° ranger les corps sous le point de vue de leurs propriétés chimiques, et de la plus grande analogie qu'ils peuvent présenter, sans s'inquiéter de leur composition; 2° fonder une classification sur la composition des corps.

Le premier de ces deux genres de classifications est le seul que l'on ait suivi jusqu'à présent dans les traités de chimie élémentaire. C'est à-peu-près cet ordre que j'ai suivi dans cette thèse. Dans l'état actuel de la chimie, ce genre de classification convient parfaitement à l'enseignement; mais il présente quelque chose de trop vague pour que l'on puisse le considérer comme philosophique. En effet, comme j'ai eu soin de le faire remarquer, il est impossible de circonscrire les groupes d'une manière nette et i se. Pour peu que l'on y porte attention, on ne t s'empêcher de reconnaître que les méthodes les plus utiles à l'enseignement ne sont pas toujours

celles qui semblent mieux arrêtées et définies; en effet, l'obligation dans laquelle je me suis trouvé d'enseigner quelquefois des choses fort difficiles, au point de vue scientifique, m'a fait trouver que, pour me faire comprendre facilement, il était utile de parler d'abord des matières premières telles qu'elles se trouvent dans le commerce, et d'en extraire successivement tous les produits qu'elles peuvent donner. C'est ainsi qu'en traitant des corps gras, après les avoir définis, je les prendrai dans les tissus où ils se trouvent pour les en extraire, et les soumettre successivement à l'action des agens nécessaires pour en séparer les principes immédiats, et les réduire ensuite à l'état d'acides et de corps neutres. Enfin, après l'exposition de tous les faits, viendrait le point de vue théorique. Je le répète, ce mode d'étude que j'ai reconnu si avantageux à l'enseignement, et qui est celui que M. Berzélius a presque exclusivement adopté dans la rédaction de la partie organique de son traité de chimie, ne ressemble en rien à une classification telle que l'on est en droit de la desirer maintenant.

2° L'examen auquel je me suis livré dans le paragraphe précédent démontre que, lorsqu'on veut ranger les corps sous le point de vue de leur composition, il n'y a que deux classifications possibles : 1° placer dans un même groupe un radical et tous ses dérivés; 2° réunir ensemble toutes les molécules équivalentes.

La première de ces deux classifications est suivie

dans les traités de chimie inorganique et dans les traités de minéralogie. On la transportera dans le domaine de la chimie organique en classant ensemble un radical, ses équivalens et les diverses combinaisons qu'il peut former. C'est ce qu'a fait M. Laurent pour quelques radicaux, c'est ce qu'a fait M. Dumas et c'est vers ce but que tendent tous ses efforts.

Je dois dire ici que ce genre de classification n'est encore qu'une transition, entre ce que nous voyons tous les jours, ce que les méthodes d'enseignement exigent, et le dernier genre de classification que j'ai indiqué. Je tiens à faire voir immédiatement que cette classification est si imparfaite, que depuis long-temps on a fait des efforts pour s'en éloigner et que c'est M. Thenard qui en a donné l'exemple. Mais pour cela il ne faut pas admettre deux chimies et examiner ce que les méthodes analogues ont produit dans la chimie inorganique. Classer un radical avec ses dérivés, c'est réunir un métal avec tous les composés auquel il peut donner naissance; ainsi, à côté de ce métal, on aurait ses oxides et leurs équivalens, et ses sels.

Cette classification, n'est-elle pas abandonnée depuis long-temps? ne réunit-elle pas des corps qui n'ont pas la moindre analogie physique?

On peut se faire une idée du défaut d'une pareille méthode, lorsque l'on songe que les composés binaires peuvent se trouver dans deux endroits; ainsi, l'éther acétique serait avec autant de raison, placé à côté de l'acide acétique, que dans le voisinage de

l'éther hydrique. M. Thenard a évité une partie de ces défauts en étudiant les sels à part, et en réunissant dans un même groupe, ceux qui ont un acide commun. M. Beudant s'est rencontré avec lui : malgré les différences que présentent leurs systèmes, ils n'ont pas moins adopté un principe chimique déterminé pour types de leurs classes, et les proportions multiples sont cause qu'ils sont encore rentrés dans les méthodes précédentes; c'est-à-dire qu'ils ont classé, les uns à côté des autres, des corps très différens. On est ainsi conduit à adopter la dernière méthode qui a le précieux avantage de réunir ensemble les corps isomorphes et les corps isomères. Mais dira-t-on, si ce n'est pas la nature chimique des corps qui sert pour caractériser les groupes, que restera-t-il ? il restera une formule générale, dans laquelle tous les élémens pourront se substituer les uns aux autres, pourvu qu'elle ne varie point. C'est ainsi que $\Pi X^4 \Delta$ appartiendra également aux sulfates, aux séléniates, aux chrômates, aux molybdates, aux tungstates, aux sulfo-molybdates, etc. ; que $\Pi X^3 \Delta$ appartiendra aux carbonates, aux sulfites, aux titanates, etc. : que $\Pi^4 X^6$ représentera l'éther hydrique, l'éther chlorhydrique, l'éther acétique, l'aldéhyde, le chloral, l'éther chloré (Malaguti), etc.; que $\Pi^2 X^4$ représentera l'alcool, le chloroforme, etc. etc. Mais, comme parmi ces composés, il y en a qui sont multiples les uns des autres, on en pourra faire des sous-types.

Il y a déjà long-temps que je médite cette classification, et depuis trois ans j'ai réuni tous les matériaux nécessaires pour la publier; mais je n'ai pas encore pu le faire, parce qu'il m'a été impossible de trouver un instant de repos depuis cette époque. C'est par elle seule que j'ai pu faire coïncider ensemble la composition générale des corps, leurs formes et leurs propriétés optiques, dont les plus importantes ne dépendent réellement que de l'arrangement des molécules et non de la nature de leurs parties constituantes.

Je propose donc aujourd'hui ce mode de classification, comme étant le seul qui fasse disparaître toutes les difficultés que l'on a signalées et qui satisfasse aux exigences de l'époque actuelle. Pourtant, je n'ai pu obtenir un pareil résultat qu'en m'éloignant complètement des théories actuelles, en repoussant la *prédisposition*, les *formules rationnelles*, et en continuant à persévérer dans la théorie que j'ai proposée, quoique M. Thenard, qui aurait dû être mon patron, ait dit qu'une pareille théorie faisait retourner vers l'enfance de la science. (1)

Applications de la chimie organique.

On n'a pu faire des progrès dans l'étude chimique des corps d'origine organique, sans faire des décou-

(1) Philosophie chimique.

vertes utiles et applicables à un grand nombre de sciences. C'est ainsi que l'on a affermi l'*anatomie générale*, tant végétale qu'animale, en rendant plus précise la détermination des tissus, en faisant connaître leurs principales propriétés et leur composition ; qu'elle a fait connaître les modifications des organes dans plusieurs cas *pathologiques* ; que l'on a éclairé la *physiologie*, par l'étude des phénomènes de la respiration, de la chaleur animale, de la nutution, etc. La *zoologie* a pu aussi demander des renseignemens à la chimie organique, pour classer les êtres qu'elle étudie; mais c'est surtout la *pharmacologie* qui a gagné par l'application de la chimie organique : des médicamens ont été débarrassés de matières inertes ou antagonistes, qui masquaient les propriétés des principes utiles; ceux-ci ont été employés seuls, et leur action a pu être étudiée avec beaucoup plus de succès qu'on n'avait pu le faire jusque-là; on a connu des réactions qui détruisaient les médicamens, et on les a évitées; enfin, on a trouvé des procédés plus simples et plus exacts pour leur préparation.

Je bornerai là ce que j'ai à dire des applications de la chimie organique, parceque ces applications ne sont pas la chimie elle-même, quoique je reconnaisse qu'une science qui ne peut s'appliquer aux besoins de la société ne peut souvent être qu'une science inutile.

Conclusions.

Dans tout ce qui a précédé, j'ai jeté un coup-d'œil rapide sur l'état actuel de la chimie organique. J'ai insisté sur les faits qui m'ont paru mériter le plus d'attention, et je les ai discutés toutes les fois que cela m'a été possible. J'ai envisagé cette science sous tous les points de vue qui se sont présentés à moi, et je crois pouvoir conclure après cet examen, qu'il n'y a rèellement point de chimie organique, et qu'il n'y a que la chimie générale, qui peut s'appliquer aux êtres inanimés comme aux êtres doués de la vie. Dans un cas comme dans l'autre, les moyens sont semblables, les mêmes théories peuvent servir. On trouve dans les traités de chimie organique beaucoup de choses qui ne devraient point s'y rencontrer, par exemple, la composition immédiate des corps, appartient à l'histoire naturelle; l'étude chimique des phénomènes de la respiration et de la nutrition, appartient à la physiologie. La connaissance chimique des altérations morbides fait partie de la pathologie. La connaissance de la réaction des médicamens, etc., est du domaine de la pharmacologie. On voit donc que la chimie organique se divise en deux parties : une qui appartient bien évidemment à la chimie générale; l'autre, qui est l'application de cette dernière à diverses sciences.

J'ai eu l'occasion d'apprécier les services que le mi-

croscope avait rendus à la chimie organique, et j'ai fait voir qu'il ne pouvait servir que pour les déterminations; mais que, dans certains cas, il avait pu donner des renseignemens que l'on n'aurait pu obtenir par aucun autre moyen d'observation.

Lorsque l'on considère attentivement les sciences naturelles et expérimentales, on trouve qu'elles sont essentiellement constituées *de faits, de théories* et *de signes*. Les *faits* sont les élémens des sciences, les bases sur lesquelles elle s'appuie et sans lesquelles elle ne saurait exister. Les *théories* découlent de l'ensemble des faits, des rapprochemens auxquels ils ont donné lieu; elles en comprennent les généralités, les lois qui en établissent la relation, et se trouvent intimement liées aux classifications qui ne peuvent être considérées que comme une de leurs dépendances essentielles. Les *signes,* qui sont parlés ou écrits, servent pour la communication de la pensée; on les retrouve dans le langage technique ou les nomenclatures, et dans les symboles propres à chaque corps.

Le caractère d'une science parfaite serait donc: 1° d'être fondée sur des faits bien observés, qui ne pussent laisser le moindre doute sur leur réalité; car il est évident que des faits inexacts ne peuvent conduire qu'à des théories erronées; 2° d'avoir des théories aussi générales que possibles, et tellement en harmonie avec les faits, que l'on puisse éviter de les répéter dans plusieurs cas particuliers, ou

même de les trouver en défaut dans certaines circonstances; 3° que les signes fussent à-la-fois la juste expression des faits et des théories.

Les faits convenablement observés doivent avoir pour nous le caractère d'une vérité absolue, mais il ne peut en être de même des théories : celles-ci sont le fruit de l'imagination de l'homme, et elles dépendent entièrement des facultés intellectuelles de celui qui les crée.

En appliquant cette analyse logique de la science à la chimie dite organique, trouvons-nous qu'elle ait atteint sa perfection? peut-on penser qu'elle doit l'atteindre bientôt?

Si j'étais obligé de répondre à ces questions, je dirais bien certainement non; car, sans chercher rien autre chose qu'à réaliser ce que nous pouvons envisager dans ce moment, nous verrions qu'il y a encore une multitude de problèmes à résoudre, et qu'il est réellement impossible de prévoir quand ils le seront, et je ne proposerais que celui-ci : *démontrer par des expériences exactes la formation du tissu cellulaire des animaux*.

Mais, qui oserait poser les limites de la science? qui oserait dire qu'elle sera bientôt terminée? Un fait que l'on découvre n'en amène-t-il pas un autre? et, la chose la moins prévue ne peut-elle pas en un seul jour renverser toutes les idées acquises, et conduire à des découvertes que l'on ne pouvait même pas sonpçonner. Qui aurait pensé qu'une grenouille

écorchée aurait pu conduire à la découverte de tous les phénomènes du galvanisme? Il y a douze ans que j'ai entendu dire et professer, que la chimie était une science parfaite, terminée, qu'il n'y avait plus qu'à y ajouter quelques faits que l'on pouvait désigner d'avance pour qu'elle fût accomplie. . . . . Depuis douze ans, la chimie organique d'aujourd'hui a pour ainsi dire été créée, et l'on a connu l'isomorphisme et l'isomérie qui ont jeté la plus vive lumière sur la constitution intime des corps. Cependant, s'il fallait s'en rapporter au programme de M. Dumas, *la nature aurait succombé dans les combats qu'il lui a livrés*, et bientôt nous n'aurions plus qu'à jouir des secrets dont il l'aurait dépouillée. Dans la première leçon qu'il a faite à l'Ecole de Médecine, il a même dit qu'il ne se présenterait pas au concours, si la chimie organique ne devait pas être terminée dans quatre ans, au plus tard : je comprends qu'une pareille conception pourra se réaliser, au moins en France, car il est impossible de se figurer qu'un homme puisse occuper à-la-fois, d'une manière convenable, tous les laboratoires et toutes les chaires publiques de Paris.